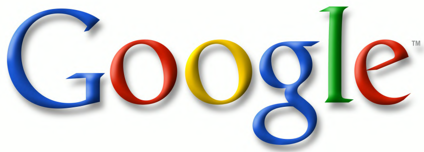
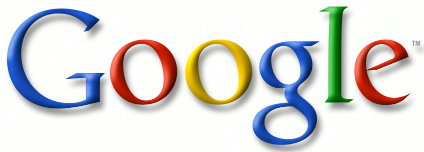
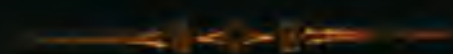



Google



CARLO PORRO



GUIDA ALLO STUDIO

DELLA

GEOGRAFIA MILITARE





GUIDA ALLO STUDIO

DELLA

GEOGRAFIA MILITARE

CARLO PORRO
TENENTE COLONNELLO DI STATO MAGGIORE

GUIDA ALLO STUDIO

DELLA

GEOGRAFIA MILITARE

COMPENDIO

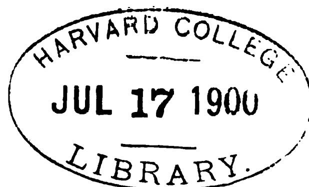
DELLE

LEZIONI DI GEOGRAFIA MILITARE
(Parte generale)

esposte agli Ufficiali Allievi della Scuola di Guerra.



TORINO
UNIONE TIPOGRAFICO-EDITRICE
33 — Via Carlo Alberto — 33
1898


HARVARD COLLEGE
JUL 17 1900
LIBRARY.

PREFAZIONE

Questo libro, come lo dice il suo titolo, è il riassunto delle lezioni della prima parte del corso di geografia militare, da me esposte agli ufficiali allievi della Scuola di guerra, quale preparazione agli studi applicativi di geografia militare, formanti oggetto della seconda parte del corso stesso.

Le speciali esigenze dello studio della geografia militare, il carattere essenzialmente didattico del libro, il grado d'istruzione e la natura del pubblico cui esso è diretto, e gli scopi della Scuola di guerra, danno ragione dei concetti informativi, dell'ordinamento e della forma del lavoro.

Anzitutto devesi osservare che la geografia militare non considera tutti gli elementi geografici, ma solo quelli di essi o quelle loro parti che interessano le operazioni di guerra. Questo libro non è perciò un trattato di geografia fisica ed antropica, bensì una serie di quadri, nei quali si prendono successivamente in esame alcuni elementi geografici, dapprima isolatamente e quindi coordinati in regioni, e si ricercano i loro rapporti colle operazioni di guerra.

Si consideri inoltre che questo libro non è che un modesto lavoro scolastico, costituito dal riassunto, fatto volta per volta, delle lezioni oralmente esposte nella scuola: ciò deve valere a spiegare la sua sostanza e la sua forma, e sopratutto a dar ragione delle frequenti ripetizioni intorno a questioni sulle quali si è ritenuto necessario l'insistere, dei continui richiami ad argomenti precedentemente svolti, dello stile, che per quanto voglia essere compendioso, rispecchia in molti punti i difetti dell'esposizione orale.

Il grado d'istruzione del pubblico, cui il libro è diretto, serve pure a dar ragione del diverso modo e della diversa misura di trattazione dei singoli argomenti, per alcuni dei quali talvolta bastava un semplice richiamo a cose già apprese, mentre per altri occorreva scendere a particolari, allo scopo di ripianare lacune esistenti nella istruzione precedentemente avuta.

Gli scopi della Scuola di guerra e la qualità dei suoi allievi valgono infine a completamente spiegare i concetti informativi del libro. Esso non vuole essere un vero trattato della materia, bensì una scuola di metodo, colla quale si tende ad indirizzare gli allievi nell'approfondire le questioni svolte, nel trattare altre questioni, e si cerca di fornir loro una guida, per quanto possibile completa, per i loro studî avvenire. I numerosi richiami bibliografici e le copiose note sulle fonti concretano tali concetti informativi.

Nella compilazione di queste mie lezioni mi sono largamente valso per la parte generale delle migliori opere e dei più reputati trattati scolastici di geografia e di scienze affini; per la parte militare ho specialmente attinto alle lezioni degli illustri miei predecessori alla Scuola di guerra: i generali Sironi, Perrucchetti e Goiran ed i colonnelli Zuccari e Borzino.

In molti punti ebbi ricorso all'opera dei miei egregi colleghi di insegnamento, come risulta dai frequenti rinvî alle loro lezioni. Ciò valga a dimostrare come alla Scuola di guerra esista un perfetto accordo d'idee e d'indirizzo fra gl'insegnanti delle materie militari, e come i diversi insegnamenti procedano in modo così armonico da ovviare al grande inconveniente di inutili ripetizioni e di sconfinamenti perturbatori, pur tanto facili a verificarsi in una scienza eminentemente unitaria, nella quale le divisioni fatte per comodità di studio sono necessariamente convenzionali.

Nel non facile còmpito del mio insegnamento mi furono più volte di grande aiuto i consigli illuminati dei generali Pedotti e Riva-Palazzi, ed al loro benevolo incoraggiamento debbo la determinazione di render pubblico questo riassunto delle mie lezioni.

Grato mi professo infine alla Società Unione Tipografico-Editrice per il materiale librario e grafico messo a mia disposizione e per il disinteresse addimostrato nella pubblicazione di un libro, destinato

all'insegnamento militare, in modo da renderne più larga la diffusione.

Nell'indirizzare questo lavoro ai giovani ufficiali, cui specialmente è dedicato, richiamo la loro attenzione sul pensiero che lo ha informato, quello cioè che la guerra è un fenomeno naturale e perciò va studiato nelle leggi della natura, la di cui interpretazione non può esser basata che su principî scientifici. Nel richiamare questo pensiero, rivolgo però loro una calda raccomandazione, ed è che esso non venga traviato, in modo da condurre all'esagerazione del *scientificismo*, che soverchia i limiti della teorica necessaria e della cognizione veramente utile.

Torino, 21 giugno 1898.

CARLO PORRO
Tenente Colonnello di Stato maggiore.

GUIDA

ALLO

STUDIO DELLA GEOGRAFIA MILITARE

INTRODUZIONE

I. — DELLA GEOGRAFIA IN GENERALE

Oggetto della geografia è lo studio della superficie della terra; oggetto vasto e complesso e che per tali suoi caratteri rende difficile la sistemazione di questa scienza, e dà ragione delle continue oscillazioni da essa subìte nei suoi concetti informativi, della indeterminatezza dei suoi limiti, della necessità delle sue numerose partizioni e della varietà dei metodi seguiti nel suo studio.

L'esame, per quanto riassuntivo, dell'evoluzione storica degli studi geografici può servire a dare un'idea di questi fatti ed a condurre alla determinazione dell'attuale sistemazione scientifica della geografia.

La geografia, uscita dal regno del mito e fattasi esploratrice cogli Egiziani, coi Fenici e coi Cartaginesi, ci appare nei suoi primordi come scienza, ora mista alla filosofia nelle scuole greche (1), ora con Erodoto (2) intrecciata alla storia, ed ora indirizzata alle questioni

(1) Fra queste merita menzione la *Scuola ionica*, esistente in Mileto intorno al 500 a. C., nella quale i filosofi TALETE, ANASSIMANDRO, ANASSIMENE ed ECATEO discutevano intorno alla costituzione dell'universo, alla forma e grandezza della terra e si studiavano di rappresentarne la figura, costruendo le prime carte geografiche.

(2) ERODOTO D'ALICARNASSO (484-408 a. C.) nelle sue *Storie* descrive le regioni nelle quali si svolgono i fatti da lui narrati. Specialmente notevole, dal punto di vista geografico, è il Libro II, contenente la descrizione dell'Egitto, fatta con mirabile chiarezza, grande copia ed esattezza di particolari e corredata da osservazioni interessanti sul delta del Nilo, sulle cause delle sue piene e sulla questione delle sue sorgenti.

cosmografiche e matematiche ai tempi di Alessandro (1), e più tardi nella Scuola alessandrina (2).

Nel periodo romano le cognizioni geografiche ebbero un grande sviluppo, specialmente per quanto riguarda la conoscenza dei paesi occidentali e centrali d'Europa, e ciò in causa delle spedizioni di Cesare nelle Gallie, di Tiberio nell'Elvezia, di Druso nella Germania centrale e di Traiano nella Dacia. In tale sviluppo è caratteristico l'indirizzo pratico ed utilitario, riflettente il genio positivo dei Romani, in contrapposto a quello ideale e metodico dei Greci; cosicchè, mentre in Grecia la geografia, chiusa nell'ambito delle scuole filosofiche, storiche o matematiche, serba veste scientifica, in Roma si espande, prende forma popolare e diventa disciplina di coltura generale ed elemento della vita sociale.

Fra gli autori, che meglio esplicano il concetto romano, vanno notati: Giulio Cesare (3), Sallustio (4) e Tacito (5); a questi, che trattarono di geografia con indirizzo essenzialmente storico, fa contrasto Plinio (6), che ne scrisse con fondamento più specialmente naturalistico. Oltre alle opere di questi sommi, si devono considerare come appartenenti ai prodotti geografici di quest'epoca: i diversi censimenti dell'impero, le relazioni dei governatori delle varie provincie, e sopratutto la misurazione generale dell'impero ordinata da Cesare, eseguita sotto Augusto in un periodo di circa 25 anni ed i cui

---

(1) Nei tempi di ALESSANDRO gli studi geografici ebbero impulso sopratutto per opera di ARISTOTELE (384-321 a. C.) e del di lui discepolo DICEARCO DA MESSINA (350-290 a. C.). Questi è ritenuto l'autore di una carta del mondo riferita a due assi ortogonali intersecantisi nell'isola di Rodi, rappresentanti embrionalmente il concetto dei meridiani e dei paralleli. A favorire lo sviluppo degli studi geografici in questo periodo influì pure notevolmente la *spedizione di Alessandro* (324-313 a. C.), che estese il mondo greco fino ai confini dell'India, aprì nuovi orizzonti ed accumulò un ingente materiale d'interesse geografico.

(2) La *Scuola alessandrina*, sorta intorno al 250 a. C. sotto il regno dei TOLOMEI in Alessandria d'Egitto, fu per gli studi geografici resa celebre da ERATOSTENE (272-194 a. C.) e da IPPARCO DA NICEA (II Sec. a. C.). ERATOSTENE è forse il primo scrittore di un'opera di geografia pura, a noi non pervenuta che per frammenti riportati da altri autori, ma è anche conosciuto per aver perfezionato la rappresentazione cartografica di DICEARCO e per l'effettuazione della misura di un arco di meridiano. IPPARCO rifece tale misurazione, propose la divisione del meridiano in 360 parti ed immaginò per la rappresentazione grafica del globo terrestre un sistema di proiezione col punto di vista sulla superficie della terra stessa, al centro dell'emisfero opposto a quello da proiettarsi (*proiezione stereografica*).

(3) G. CESARE, *Commentari* e specialmente *De bello gallico.*

(4) SALLUSTIO, *Guerra giugurtina.*

(5) TACITO, *Germania.*

(6) PLINIO, *Storia naturale*, della quale quattro volumi sono dedicati alla descrizione geografica della terra.

risultati vennero da Marco Vipsiano Agrippa esposti nel Cosmographos e rappresentati nell'Orbis pictus, posto sotto al Porticus Pollae nel Campo di Agrippa. Questa carta mondiale fu il più grandioso monumento della cartografia romana e servì di base alla compilazione degli *itinera* (1), che insieme ai *peripli* (2), servivano a scopi commerciali, militari e marittimi.

Al periodo romano, benchè non romani, vanno ascritti altri geografi, fra i quali Strabone (3), generalmente chiamato il padre della geografia, Pomponio Mela (4) e Tolomeo (5), il riassuntore della scienza geografica degli antichi.

Collo sfasciarsi dell'impero romano la geografia, come tutte le scienze, entrò in un periodo di decadenza che durò sin verso il secolo X. L'espandersi del Cristianesimo valse a perfezionare la conoscenza di alcune regioni, ove i missionari si recavano a predicare il Vangelo, ma non si può dire che la coltura cristiana abbia direttamente agevo-

---

(1) *Itinera* o *Itineraria* erano carte itinerarie (*itinera picta*) o itinerari scritti (*itinera adnotata*), contenenti in ambedue le specie molti dati di carattere logistico. Di essi tratta VEGEZIO nel suo libro dell'arte militare. Degli *itinera picta* il più conosciuto è quello detto *Tavola Peutingeriana*, così denominato dal suo possessore CORRADO PEUTINGER di Augusta. Pare che questa carta itineraria sia stata costrutta tra il 368 e 396 dell'E. V. sotto il regno di Teodosio il grande, per cui è anche detta *Tavola Teodosiana*. Degli *itinera adnotata* il più noto è l'*Itinerarium Antonini* (300 E. V.?).

(2) I *peripli* (dal gr. *peri* = intorno e *pléo* = navigo) erano descrizioni di navigazioni, con dati sulle coste. Se ne trovano già presso i Fenici, della quale epoca è celebre il *periplo di Annone;* dell'epoca romana si hanno diversi *peripli* descriventi il Mediterraneo, il mare Eritreo, il Ponto Eusino e la palude Meotide.

(3) STRABONE DI AMASIA (50 E. V.) si considera, dopo Eratostene, il primo autore di un'opera completa di geografia pura, la quale ad ogni modo è la prima a noi pervenuta. Tale opera consta di diciasette libri, dei quali due di geografia generale e quindici di geografia descrittiva. In essa predomina il concetto dello studio della superficie terrestre nelle sue relazioni coll'uomo, concetto costituente la base della moderna geografia antropica.

(4) POMPONIO MELA, geografo spagnuolo contemporaneo di STRABONE, espose in un'opera intitolata *De situ orbis* con mirabile chiarezza, precisione ed eleganza le cognizioni che a quell'epoca si avevano dei diversi paesi.

(5) CLAUDIO TOLOMEO di Alessandria (100-170 E. V.) scrisse un'opera generale di cosmografia, da lui intitolata *Grande sintassi*, ma più comunemente conosciuta sotto il titolo, assunto nella traduzione araba, di *Almagesto*. Quest'opera è il riassunto di tutte le idee professate in Oriente ed in Grecia sull'universo. Malgrado la sua grandiosità ed elevatezza, tale opera è affetta da molte imperfezioni e da alcuni gravi errori; così ad esempio confuse ed inesatte sono le descrizioni di parecchie regioni, intorno alle quali già si avevano dati copiosi e precisi, ed erronei sono i calcoli relativi alle longitudini, fatti senza tener conto dei dati e dei concetti scientifici dei predecessori. L'errore più grave nel quale cadde Tolomeo fu però quello d'essersi fatto propugnatore del sistema astronomico geocentrico, che da lui prese nome, e che esercitò una triste influenza sullo sviluppo degli studi astronomici.

lato lo sviluppo scientifico della geografia, poichè, se fra i padri della Chiesa emergevano uomini sommi, altri ve ne furono che, rievocando la tradizione biblica ed interpretandola letteralmente, immaginarono la terra piatta ed il cielo inarcantesi su di essa a volta, e combatterono così le conquiste che la scienza aveva fatto nelle epoche precedenti. Questo regresso nelle questioni cosmografiche, già risolute dagli antichi, come dice il Marinelli (1), unito all'abbandono generale degli studi che riflettevano il mondo fisico, caratteristica di quell'epoca, fece sì che in questo periodo fosse nullo l'avanzamento della conoscenza del globo, ad onta delle guerre frequenti e grosse, delle migrazioni e dei numerosi apostolati; nullo il progresso della geografia scientifica, nel qual campo non solo non fu intraveduta alcuna idea nuova, ma furono introdotti antichi errori; e fece sì che grossolani e rudimentali fossero i prodotti cartografici, subordinati a mistici convenzionalismi (2). Tuttavia, osserva il Vivien de Saint-Martin (3), in mezzo a questo triste decadimento, chi è avvezzo a guardare ben addentro nella natura delle cose, poteva notare come il divulgarsi del Cristianesimo desse luogo ad un lavoro di rinnovazione latente, insensibile, inosservato, dal quale doveva sorgere lo spirito ritemprato delle società moderne e nel quale la scienza doveva trovare i mezzi pel proprio moderno sviluppo.

Per il momento però il primo raggio di luce venne dall'Arabia, donde un popolo guerriero partiva per invadere l'Asia e l'Europa. In mezzo alle armi risorgevano gli studi geografici, si estendevano i confini del mondo conosciuto, si descrivevano e s'illustravano in carte i paesi conquistati (4), si traduceva Tolomeo e la Grande sintassi ricompariva col titolo di *Almagesto.*

Cogli Arabi concorsero a preparare il risveglio degli studi geografici i Normanni e le Crociate; i primi aprendo nuove vie al commercio, le seconde facendo convergere a Gerusalemme gente d'ogni paese e d'ogni ordine sociale. Si allargavano così i chiusi orizzonti feudali, si dileguavano favole e pregiudizi, si alimentavano nuovi

---

(1) MARINELLI, *La geografia e i padri della Chiesa.* Bollettino Soc. geogr. ital., 1882.

(2) Fra questi prodotti cartografici merita di essere menzionato il *Mappamondo torinese*, esistente nella Biblioteca nazionale di Torino. Vedasi: OTTINO, *Il Mappamondo di Torino riprodotto e descritto con una tavola.* Torino 1892.

(3) VIVIEN DE SAINT-MARTIN, *Année géographique.* Vol. 2°.

(4) MASSUDI (prima metà del secolo X), *I prati d'oro.* — IBN-HAUCAL (942-970), *Le strade ed i regni.* — EDRISI (1099-1164), *Planisfero* disegnato ed illustrato per Ruggero re di Sicilia; il *Giardino dell' umanità*, opera scritta pel re Guglielmo I.

bisogni e nuovi interessi, e la scienza ne traeva impulso per proseguire sulla via del progresso.

Il vero rinascimento degli studi geografici si può dire però non incominci prima dell'invenzione della stampa (1440) e della caduta di Costantinopoli (1453). Per effetto di quest'ultimo avvenimento un gran numero di dotti greci si rifugiò in Italia, portandovi preziosi manoscritti, che la stampa diffuse in tutta Europa. Così per ordine di Sisto IV si fece una traduzione latina di Tolomeo, che venne stampata a Venezia e corredata di carte abilmente disegnate. Plinio, Strabone, Pomponio Mela furono pure stampati ed i lavori cartografici vennero ripresi su basi matematiche.

A favorire questo rinascimento degli studi geografici influì potentemente in Italia il costituirsi dei Comuni, lo sviluppo delle industrie, dei commerci e specialmente della navigazione. Da Amalfi, Pisa, Genova e Venezia partivano arditi viaggiatori per lontane esplorazioni, e così si scoprirono nuove terre e nuovi mari e si ebbero esatte notizie su altre regioni terrestri e marittime fino allora poco note (1).

Coi viaggiatori italiani gareggiarono i Portoghesi tentando la circumnavigazione dell'Africa e riuscendovi dapprima con Bartolomeo Diaz, che nel 1487 scopriva il Capo delle tempeste, e quindi con Vasco di Gama, che nel 1498 compiva il giro del continente africano.

Fra tutte le scoperte geografiche di quest'epoca la più grandiosa è quella di Cristoforo Colombo. Incoraggiato dall'astronomo Toscanelli, Colombo concepì l'idea della circumnavigazione del globo e per quest'idea lottò cinque anni contro i dottori di Salamanca, i quali combattevano come eresia la sfericità della terra. L'idea di Colombo era basata sulla credenza di poter raggiungere, partendo dalle coste di Spagna, in 5 settimane di navigazione la costa orientale dell'Asia, ed in tale credenza era indotto dalle carte di Tolomeo affette da un grave errore di longitudine, per cui fra le coste anzidette si riteneva esistesse una distanza assai minore della vera. Fu questo un fortunato errore che lo incoraggiò in un'impresa, la quale gli sarebbe altrimenti sembrata temeraria, e che lo condusse alla scoperta del nuovo mondo (1492).

In questo periodo di rinascimento degli studi geografici ebbe grande sviluppo la cartografia e specialmente quella per usi marittimi, rappresentata dalle *carte catalane*, dai *portolani* e dalle

---

(1) Fra i racconti di viaggio dei navigatori italiani è rimasto celebre il *Milione* di MARCO POLO (1491), contenente la descrizione dei suoi viaggi in Asia; questo libro, che per più anni fu ritenuto un ammasso di favole, venne, coll'estendersi della conoscenza del continente asiatico, riconosciuto veritiero e fu tradotto in varie lingue.

carte da navigar dei Veneziani (1). Queste carte nautiche, che con precisione, per quei tempi mirabile, rappresentavano le costiere marittime, accennano ad un sensibile progresso nell'arte cartografica, che sviluppandosi senza interruzione ci condusse, alla fine del secolo XVI, ai meravigliosi prodotti fiamminghi di Ortelio e Mercatore (2).

I secoli XVII e XVIII sono caratterizzati dal rapido progredire delle scoperte fisiche e naturalistiche, ciò che esercitò una notevole influenza sullo sviluppo degli studi geografici, i quali in quest'epoca inclinarono più specialmente verso un indirizzo fisico e matematico. Come prova di tale tendenza abbiamo l'apparire già nel secolo XVII di alcune classiche opere di geografia fisica ed astronomica (3), e più tardi lo svilupparsi, sopratutto in Francia, degli studi astronomici, geodetici e cartografici (4). Però è da notarsi che questo grandioso e rapido movimento nel campo delle scienze, se da principio influì beneficamente sull'indirizzo degli studi geografici, finì poi col tornar di danno agli studi stessi respingendoli, si può dire, alle condizioni dei tempi passati. Risultato di questo regresso fu il ridursi della geografia, per i più, ad un'arida raccolta di dati e di cifre o ad un semplice com-

---

(1) Fra le carte nautiche di quest'epoca sono specialmente conosciute quelle di Pietro Visconti di Genova (1317), di Marin Sanudo (1320), dei fratelli Zeno (1405), di Andrea Benincasa (1476) e la *Carta catalana* del 1375.

Appartiene a quest'epoca il celebre *Mappamondo* di Fra Mauro, che trovasi dipinto su di una parete del convento di S. Michele nell'isola di Murano.

(2) Abramo Oertel, detto Ortelio, pubblicò nel 1570 ad Anversa il *Theatrum Orbis terrarum* corredato da bellissime carte.

Gerardo Cremer, detto Mercatore, perfezionò l'opera di Ortelio ed inventò quel sistema di proiezione, che da lui prese nome, a paralleli e meridiani rettificati e con distanze fra i paralleli crescenti dall'equatore ai poli.

(3) Fra le opere apparse in quest'epoca possono citarsi: la *Geographia generalis in qua affectiones generales telluris explicantur* dell'olandese Varenio (1650); la *Geographia et hydrographia reformata* del ferrarese Riccioli (1672); le *Epitomae cosmografica* del padre Coronelli, lettore pubblico di geografia della repubblica di Venezia e fondatore dell'*Accademia degli Argonauti* (1680), la prima società geografica del mondo.

(4) Fra i geografi francesi di questo periodo possono ricordarsi:

Guglielmo Delisle (1675-1726), che costrusse numerose carte, rettificando gli errori tuttora esistenti relativi alle longitudini, scrisse diverse memorie ed un'opera intorno al corso dei fiumi.

Bourguignon d'Anville (1697-1782), celebre cartografo ed autore di parecchie opere di geografia storica.

Picard (1620-1684) e Domenico Cassini (1625-1712) eseguirono importanti lavori geodetici. Il secondo è capo di una illustre famiglia di scienziati alla quale appartengono Cassini de Thury (1714-1784) e Giacomo Domenico Cassini (1747-1845), autori della *Carte géométrique de la France* (scala di 1 : 86400), che fu la prima carta costrutta in base a rilievi geometrici.

plemento della storia (1), e per i suoi più dotti cultori l'abbandono del fondamento scientifico nelle indagini geografiche, e l'affaticarsi intorno a ricerche di sistemi artificiosi coordinanti i fatti naturali (2).

Le ragioni di questo strano fenomeno di rinvoluzione della geografia sono così magistralmente riassunte dal Porena (3):

« Durante i secoli XVII e XVIII, le scienze di calcolo, osservazione « ed esperimento presero quello slancio per cui le genti di nostra « civiltà tanto si avanzarono sugli antichi nel possesso intellettuale « del mondo effettivo. Le intuizioni di qualche problema e le conget- « ture su qualche fatto, già contenute in brevi capitoli della geografia, « per allargamento e complicazione d'indagini, per trovato e perfe- « zionamento d'istrumenti intellettuali e meccanici, per verifica di « leggi e rivelazioni di rapporti, assunsero corpo e organamento di « dottrine, la coltura delle quali potè esigere l'applicazione di parti- « colari seguaci. Da un lato questi, chiudendosi nella loro opera, « erano facilmente indotti a specializzarla, individuandola con un « proprio metodo e consacrandola con un proprio nome; dall'altro, « gli studiosi dell'antica congerie geografica volontieri abbandona- « vano altrui quelle ricerche, che sembravano loro troppo teoretiche, « sopraffatti com'essi erano dall'immane lavoro di raccogliere, colla- « zionare e classificare gli innumerevoli dati di fatto che loro accumu-

---

(1) Attesta quest'indirizzo negli studi geografici la grandiosa opera del BÜSCHING, *Neue Erdbeschreibung*, Hamburg 1747, scritta forse dietro ispirazione dell'ACHENWALL, il così detto creatore della statistica, che col BÜSCHING insegnava all'Università di Göttingen. Questo libro di notevole valore e presentante, in mezzo alle aride enumerazioni di dati e di cifre, non poche osservazioni sui nessi geografici, fu proseguito e successivamente rifatto da HARTMANN (1799), da EBELING (1800-3), da SPRENGEL e WAHL (1802-7), e venne sempre più assumendo indirizzo e carattere statistico.

Paragonabili all'opera del BÜSCHING, e più noti in Italia, sono i numerosi lavori di ADRIANO BALBI, alquanto posteriori e dinotanti il persistere di quest'indirizzo.

(2) Di tal genere sarebbero le ricerche per un sistema di coordinamento dell'orografia della terra, che vediamo concretarsi nell'idea dell'*ossatura del globo*, esposta dal padre ANASTASIO KIRCHER nella sua opera *Mundus subterraneus in quo universae naturae majestates et divitiae demonstrantur*. Amsterdam 1664. Quest'idea venne ripresa e sviluppata dal geografo francese FILIPPO BUACHE nel suo *Essai de géographie physique où l'on propose des vues générales sur l'espèce de charpente du globe, composée de chaînes de montagnes qui traversent les mers comme les terres*. Mém. de l'Acad. des sciences de Paris 1756, nel quale lavoro appare distintamente il concetto del coordinamento dell'orografia della terra basato sulla divisione delle acque. Questo concetto ebbe larga diffusione in Francia, ed anche per breve tempo in Germania, dove venne accettato dai migliori geografi di quei tempi, come reazione all'indirizzo statistico.

(3) PORENA, *La geografia quale è oggi in se stessa e nei suoi contatti con le altre scienze fisiche e sociali*. Rivista geografica ital., aprile, maggio e giugno 1896.

« lava dinanzi l'esplorazione dei paesi nuovi e l'ulteriore riconoscimento degli antichi. Così avvenne che l'età classica di tutte le altre « scienze divenisse dottrinalmente il medio evo della geografia, « durante il quale potè sembrare da lei esulasse ogni elemento e ogni « carattere veramente scientifico. Quanto concerneva le dimensioni e « la figura della terra costituì la geodesia, la quale inoltre, dovendo, « per risolvere i suoi problemi, fissare con assoluta precisione la « situazione dei punti fondamentali, nella loro latitudine, longitudine « ed altitudine, tirò a sè anche la determinazione e il riordinamento « delle coordinate geografiche (1); quanto si riferiva alla genesi e « alla costituzione, struttura e dinamica del globo e delle sue forme « superficiali, e nel presente e nel passato toccò alla geologia (2); « quanto riguardava i materiali e gli esseri inorganici ed organizzati « fu preteso esclusivamente dalla storia naturale; lo studio dei fenomeni atmosferici si appartò nella meteorologia; le ricerche sulla « specie umana si rivendicarono dall'antropologia, e quelle sulle sue « classificazioni e agglomerazioni dall'etnografia. La stessa cosmografia, che si era fin lì considerata qual parte integrante della nostra « disciplina e con pretesa di esserne la più nobile, si sentì attratta « verso l'astronomia.

« L'antica madre di tante scienze si trasformò nella gran mendica, « limosinante da esse tutte le nozioni necessarie per procedere con « qualche criterio intellettivo all'adempimento del suo basso e faticoso uffizio. E il peggio si fu che questo, non solo nell'opinione « volgare e presso il ceto universale dei dotti, ma perfino dal « maggior numero dei suoi cultori, si ridusse sempre più a una « registrazione indicatoria, a guisa di colossale inventario, di forme, « di enti, di fatti, giustificata unicamente dalla loro locale presenza, « e moltiplicata da una indefinita analisi materiale della superficie « terrestre. La vasta e rigogliosa pianta che aveva sì largamente « ombreggiato il campo della scienza, pari al baniano della pianura « gangetica, vide i suoi rami distesi e proni toccare il suolo, gittarvi « radice, attingervi per organi propri l'alimento, e individuarsi in

---

(1) La *geodesia* potè dirsi fondata colle grandi operazioni eseguite nel Perù e nella Lapponia dal BOUGUER, dal LACONDAMINE, dal MAUPERTUIS e dal CLAIRANT.

(2) « La sistemazione della *geologia* avvenne per opera del WERNER, il quale « però la chiamò *geognosia*, in quanto è la cognizione della natura di materiali « terrestri e della loro disposizione, distinguendola dalla *geogonia* o storia della « formazione della terra. In seguito prevalse la parola *geologia*, che le comprendeva tutt' e due (DAUBUISSON, nella traduzione dell'opera dello stesso WERNER, « *Nouvelle théorie de la formation des filons*, 1802). Anche KANT, nella sua opera « di geografia fisica, di cui quanto prima farem parola, adopera la designazione di « geologia. La prima *società geologica* fu fondata a Londra nel 1807 ».

« piante novelle, mentre il suo vecchio fusto, ingrossato e costipato « di tiglio, si esauriva di ogni succo vitale ».

Queste tristi condizioni degli studi geografici perdurarono, si può dire, fin verso il principio del nostro secolo, epoca nella quale la geografia incominciò a risorgere in Germania, col risorgere generale delle lettere e delle scienze.

Già il Kant aveva colla potenza del suo ingegno gettato uno sprazzo di luce vivissima nel campo della geografia (1), e già l'Humboldt (2) aveva coi suoi viaggi iniziata l'era feconda delle esplorazioni scientifiche, allorquando venne il Ritter (3) a trasformare colle sue lezioni presso l'Università di Berlino (1820-1850) la geografia in un perfetto organismo scientifico, elevandone lo scopo allo studio dell'influenza che le condizioni geografiche esercitano sulle condizioni storiche, e dotandola di un metodo proprio, consistente nella comparazione delle diverse regioni e dei loro abitanti, metodo per cui la geografia così intesa fu allora detta *comparata* (*vergleichende Geographie*).

Le teorie del Ritter, applicate in eccesso dai suoi discepoli, esagerando l'importanza delle relazioni fra natura ed umanità e la dipendenza di questa da quella, condussero a considerare lo studio dell'uomo sotto l'aspetto geografico come oggetto principale e scopo vero della geografia ed a ritenere lo studio della terra quale oggetto secondario e mezzo per raggiungere lo scopo anzidetto. In tal modo la geografia veniva rivestendo carattere quasi esclusivo di scienza storica e perdendo in gran parte quello di scienza naturale. Queste tendenze provocarono in Germania, poco dopo la metà del nostro secolo, una forte reazione per parte dei geografi più inclinati agli studi naturalistici, che capitanati dal Peschel (4), riconquistarono alla geografia il carattere di scienza naturale e le conferirono, per quanto riflette il terreno, base scientifica, ricorrendo al fondamento geologico. La disputa fra ritteriani e peschelIani, durata a lungo ed

---

(1) E. Kant, *Physische Geographie*. Königsberg 1807.

(2) Alessandro v. Humboldt (1769-1859) viaggiò in America ed in Asia raccogliendo un'ingente quantità di materiali scientifici. La sua opera principale è il *Cosmos*, pubblicato a Berlino nel 1851 e tradotto in molte lingue.

(3) Le principali opere del Ritter sono: *Die Erdkunde in Verhältnisse zur Natur und Geschichte*. Berlin 1818; la seconda edizione di quest'opera, notevolmente ampliata, iniziata nel 1822, non potè esser condotta a termine dall'autore morto nel 1859; *Ueber das historische Element in den geog. Wissenschaften*. Berlin 1833; *Einleitung zur allgemeinen vergleichenden Geographie*. Berlin 1852.

(4) O. Peschel, *Neue Probleme der vergleichenden Erdkunde*. Leipzig 1869 e 1878.

Idem, *Ueber die Beziehung zwischen Geschichte und Erdkunde*. Leipzig 1879.

ormai compostasi coll'affermazione del concetto dualistico, fisico e storico della geografia, fu di gran giovamento allo sviluppo degli studi geografici, che raggiunsero così in questi ultimi tempi, specialmente in Germania, un grado di perfezione prima d'allora giammai toccato (1).

Il merito della trasformazione metodologica degli studi geografici si può dire spetti esclusivamente alla Germania, poichè le dispute colà sollevatesi ebbero un'eco debolissima negli altri paesi, dove non a sufficienza preparato era l'ambiente.

L'Inghilterra infatti, portata dalle sue tradizionali tendenze verso il campo della geografia esploratrice, non prese che piccola parte a quelle polemiche scientifiche (2).

Parte non molto maggiore ebbe la Francia, dove la geografia, assorbita dalla storia o inaridita dal metodo statistico, era da lungo tempo in piena decadenza. A rialzare gli studi geografici in Francia non erano valsi nè la costituzione della Società geografica di Parigi (1821), nè i lavori di illustri geografi, quali il Malte Brun (3) ed il Vivien de Saint-Martin (4), nè gli sforzi del Lavallée nel campo

---

(1) Un'idea esatta dei concetti e dei metodi delle due scuole, non che della viva discussione metodologica da esse suscitata, e del seguito che tale discussione ebbe fino quasi ai nostri giorni, si può avere consultando gli articoli del WAGNER sullo sviluppo della metodologia negli studi geografici, apparsi nel *Geog. Jahrbuch*, anni 1878-80-82-84-88-89-91.

Ottimi riassunti di tali questioni trovansi specialmente nei seguenti autori italiani:

PORENA, *La scienza geografica secondo le più recenti dottrine*. Nuova Antol., 1° settembre 1885.

MARINELLI, *Concetti e limiti della geografia*. Riv. geogr. ital., marzo 1893.

(2) Fra i pochi geografi inglesi che si occuparono di metodologia geografica, vanno notati i seguenti:

STRAKEY, *On the scope of scientific Geography*. Proceedings of the R. Geogr. Society, 1872.

IDEM, *Introductory Lecture on scientific Geography*. Ibi, 1877.

GEIKIE, *Geographical Evolution*. Ibi, 1879.

IDEM, *Geography and Geology*. Scottisch Geogr. Mag. 1887.

MARKHAM, *On the physic causes which have impressed on our planet the present outlines and forms of its surface*. Proceedings of the R. Geogr. Society, 1879.

IDEM, *On the position wich Geography holds relatively with reference to the other sciences and positively as a distinct bodes of Knowledge with defined limits*. Ibi. 1879.

(3) MALTE BRUN (1775-1826), danese di nascita, visse in Francia e scrisse parecchie opere di geografia, fra le quali il *Précis de géographie universelle*, Paris 1820-27, è la più importante.

(4) VIVIEN DE SAINT-MARTIN, morto in principio del 1897, diede alla luce molti lavori di geografia, dei quali i maggiori sono:

Histoire de la géographie. Paris 1873.

Nouveaux dictionnaire de Géographie universelle. Opera tuttora in corso di pubblicazione e proseguita da ROUSSELET.

didattico. Questi era bensì riuscito a far abbandonare l'indirizzo statistico, ma, nell'intento di cercare un metodo di studio facile, accessibile a tutti, aveva risuscitato ed ampliato il concetto del Buache, creando la *teoria idrografica*, che portò lo studio del terreno su basi artificiose ed esercitò dannose influenze sulla cartografia, e che, non risalendo allo studio delle leggi naturali, nè penetrando nell'esame dei nessi causali tra fenomeni storici e fenomeni geografici, finì col ridurre la geografia ad una semplice descrizione dei paesi, nella quale ai convenzionali confini politici del metodò statistico si sostituivano quelli segnati da accidentalità orografiche, spesso pure convenzionali (1).

Alla teoria idrografica, già quale era stata concepita dal Buache, non mancarono tuttavia in Francia autorevoli opposizioni (2), nè si può negare che anche contemporaneamente al suo risorgere apparissero opere accennanti ad un ben diverso modo d'intendere lo studio della geografia (3), ma quelle opposizioni tacquero e queste opere furono dimenticate, quando il Lavallée con forma semplice ed attraente venne diffondendo il suo metodo facile, chiaro ed offrente col reticolato delle linee di displuvio una specie di sistema di coordinate, che tornava di grande aiuto alla memoria, e dava modo di

---

(1) LAVALLÉE TH., *Géographie physique, historique et militaire*. Paris 1836. IDEM, *Géographie universelle de Malte Brun entièrement refondue et mise au courant de la science*. Paris 1858.

Tanto nella prima di queste opere (cnfr. Chap. II: *De la surface de la terre*), quanto nella seconda (cnfr. pag. 127) trovasi un'ampia esposizione dei concetti fondamentali della teoria idrografica.

Per quanto riflette l'origine e lo sviluppo in Francia della teoria idrografica, vedasi la memoria del DRAPEYRON, *Les deux Buaches ou l'origine de l'enseignement géographique par versants et bassins*. Extrait de la Revue de géogr., 1888.

Un esauriente esame critico di tale teoria trovasi nell'articolo del colonnello BORZINO, *La linea di displuvio - Contributo allo studio della geografia fisica*. Riv. geogr. ital., marzo 1893.

(2) « Dès 1811 de LACROIX dans son *Introduction à la géographie mathématique et à la géographie physique*, après avoir proclamé que Philippe Buache « s'était le premier tout spécialement attaché à la géographie physique, témoignait « à son égard la plus grande défiance. En 1830 l'érudit WALCKENAER (*Vie de plusieurs personnages célèbres des temps anciens et modernes*) signalait certains « cas où la méthode en question pouvait devenir *funeste* et il n'hésitait pas à la « rendre responsable de l'infériorité de la carthographie française » (DRAPEYRON già cit., cnfr. pag. 16).

(3) Fra queste opere si possono citare l'introduzione all'*Explication de la carte géologique de la France* di ELIE DE BEAUMONT. Paris 1841; l'*Histoire du sol de l'Europe* di HOUZEAU. Bruxelles 1857, ed il pregevole manuale di *Géographie physique comparée, considérée dans ses rapports avec l'histoire de l'humanité* del GUYOT, pubblicato a quell'epoca sotto il titolo *Earth and Man* a New York, ed apparso in Francia solo molto più tardi.

studiare la configurazione orografica delle regioni, senza il bisogno di preventive cognizioni di scienze naturali, allora in Francia generalmente trascurate.

L'indirizzo impresso dal Lavallée allo studio della geografia perdurò, si può dire, fin dopo il 1870, epoca dalla quale data il rinascimento degli studi geografici in Francia. Innalzare la geografia a dignità di scienza e diffondere l'educazione geografica nel paese, come mezzo per rinvigorire il sentimento nazionale, furono i due concetti che caratterizzarono questo movimento, ed alla loro attuazione lavorarono in modi diversi, ma con uguale patriottico ardore, parecchi naturalisti e geografi, fra i quali possono citarsi, oltre alcuni di quelli indietro nominati: l'Eliseo Reclus, il De Lapparent, il Levasseur, il Vidal de la Blache, il Drapeyron e molti altri.

In Italia lo studio della geografia era pure da lungo tempo in decadenza, nè poteva di certo essere favorito dai governi, che prima della sua unificazione politica la opprimevano, e dove tale studio non era del tutto trascurato, come nelle scuole del Lombardo-Veneto, esso cristallizzavasi nella parte formale, senza innalzarsi all'indagine dello spirito delle forme, che avrebbe naturalmente condotto al concetto della patria In mezzo al generale decadimento, si nota tuttavia anche qui l'apparizione di alcune opere isolate di considerevole valore scientifico, quali quelle dello Zuccagni-Orlandini (1), del Marmocchi (2) e del Cattaneo (3). Col nostro risorgimento politico e come diretta conseguenza di questo, incominciarono però a rifiorire anche in Italia gli studi geografici, e questo rinascimento si manifestò col sorgere del Club Alpino per iniziativa del Sella (1863); colla costituzione della Società geografica italiana (1867), specialmente per opera del Correnti e del Negri; colla costituzione delle cattedre universitarie di geografia (4); col succedersi in breve tempo di alcune pubblicazioni redatte con indirizzo veramente scientifico (5), ed infine col sempre crescente svilupparsi della passione per le imprese esploratrici di lontani paesi.

Non senza importanza fu anche la parte presa dall'Italia nella

---

(1) Zuccagni-Orlandini, *Corografia fisica, storica e statistica dell'Italia.* Firenze 1839-45.

(2) Marmocchi, *Corso di geografia universale.* Firenze 1842-43.

(3) Cattaneo, *Notizie civili e naturali su la Lombardia.* Milano 1844.

(4) Attualmente esistono cattedre di geografia nelle Università di Bologna, Catania, Genova, Messina, Napoli, Padova, Palermo, Pavia, Pisa, Roma e Torino e negli Istituti superiori di Firenze e di Milano.

(5) Fra queste pubblicazioni la più completa è *La Terra. Trattato popolare di geografia universale*, scritto da G. Marinelli colla collaborazione di altri scienziati italiani e tuttora in corso di pubblicazione.

sistemazione scientifica dello studio della geografia (1), alla quale contribuì specialmente il Dalla Vedova, sia colla sua dotta memoria intorno al concetto popolare ed al concetto scientifico della geografia, dove è messo in evidenza, quale attributo proprio ed esclusivo della geografia, lo studio della distribuzione degli elementi geografici, sia colla sua opera presso il Congresso internazionale di geografia, tenutosi in Venezia nel 1881, nel quale si addivenne alla definizione dell'oggetto della geografia ed alla determinazione dei suoi limiti in relazione colle altre scienze (2).

Riassumendo l'evoluzione storica della geografia, che siamo venuti così a grandi linee tratteggiando, possiamo dire di aver veduto la nostra scienza sin dai suoi primordi assumere diversi indirizzi, intrecciandosi ora alla storia, ora alla filosofia, ora alla matematica ed ora alle scienze naturali; di averla veduta talvolta innalzarsi alle più alte speculazioni scientifiche, talvolta ridursi a puerili manifestazioni o mutarsi in un gretto compendio di dati e di cifre; di averla vista infine seguire talora con intendimenti scientifici le leggi della natura e tal'altra sforzarsi di ridurre a sistema i

---

(1) Fra i geografi italiani, che trattarono dello sviluppo degli studi geografici, e più specialmente delle questioni metodologiche ad essi relative, si notano:

NEGRI, *La geografia scientifica.* Memorie della Società geografica italiana. Vol. I, P. I.

DALLA VEDOVA, *La geografia ai nostri giorni.* Nuova Ant., giugno 1873.

IDEM, *Il concetto popolare e il concetto scientifico della geografia.* Roma 1880.

MARINELLI, *Della geografia scientifica e di alcuni suoi nessi.* Boll. Soc. geogr. ital., 1879.

IDEM, *Concetto e limiti della geografia* (già cit.).

CORA, *Cenni intorno all'attuale indirizzo degli studi geografici.* Torino 1881.

IDEM, *Della superficie della terra come oggetto precipuo della geografia.* Cosmos, Vol. VIII, 1884.

BERTACCHI, *Di un nuovo indirizzo degli studi geografici in Italia.* Torino 1881.

IDEM, *Note geografiche.* Torino 1887.

PORENA, *La scienza geografica secondo le più recenti dottrine* (già cit.).

IDEM, *La geografia quale è oggi in sè stessa ecc.* (già cit.).

(2) Il *Congresso internazionale geografico di Venezia*, discutendo intorno al quesito proposto dal professore Dalla Vedova: *Determinazione del concetto scientifico della geografia e dei suoi limiti in relazione colle altre scienze*, addivenne alle seguenti conclusioni:

1°) L'oggetto scientifico della geografia comprende lo studio delle forme e si estende alle manifestazioni ed alle relazioni reciproche del mondo organico;

2°) La geografia, quantunque scienza speciale, prende nullameno ad imprestito dalle altre scienze tutto ciò che le è necessario per rispondere al proprio scopo;

3°) Ciò che distingue eminentemente la geografia dalle altre scienze ausiliari, si è che essa localizza gli oggetti, ossia indica in modo positivo e costante la distribuzione degli esseri organici ed inorganici sulla terra.

Atti del terzo Congresso internazionale geografico tenuto a Venezia nel 1881. Roma 1882.

fatti naturali, creando teorie artificiose e convenzionali. Così, continuamente oscillante nei suoi concetti informativi, seguimmo la nostra scienza fino al principio di questo secolo, epoca nella quale essa trova la sua sistemazione scientifica, uscendo dalla lunga disputa sollevata dalle scuole del Ritter e del Peschel, col suo doppio carattere di scienza fisica e di scienza storica, e colla sua duplice missione di indagine e di descrizione.

Dalle conclusioni del Congresso geografico di Venezia, testè citate, risulta che la geografia ha per compito lo studio delle forme (*morfologia*) e della distribuzione (*corologia*) degli elementi geografici e dei rapporti di causalità che si manifestano in queste forme ed in questa distribuzione. In tale esame la geografia, come tutte le altre scienze fisiche e storiche, si basa oggidì su quel principio fondamentale, che già Bacone riassumeva dicendo *vere scire est per causas scire*, poichè le attuali condizioni geografiche di un paese altro non possono essere se non l'espressione dei fatti che ad esso diedero origine, che successivamente lo trasformarono e che tuttodì lo modificano. In base a tale principio in vero gli elementi geografici, coordinati intorno ad un concetto unico, quello della loro genesi, non ci appaiono più come una serie di forme e di fatti staccati, ma come la manifestazione di una legge unica di natura e come parti di un solo e ben determinato organismo, la superficie terrestre. Però in tale esame, mentre lo studio corologico è attributo esclusivo della geografia, il morfologico è comune a tutte quelle scienze speciali, che si occupano dei diversi elementi costituenti la superficie terrestre. Da ciò il contatto della geografia con molte altre scienze naturali e storiche; contatto benefico per il reciproco sviluppo, poichè la geografia trova nelle nozioni riflettenti la natura, la genesi e le leggi governanti gli elementi geografici, la ragione delle loro forme e della loro distribuzione, mentre le altre scienze trovano spesso nello studio geografico delle forme e della distribuzione degli elementi geografici le cause della loro origine e le leggi alle quali obbediscono. In sostanza si potrebbe dire che la geografia ha tanti lati quanti sono gli elementi costituenti la superficie terrestre e che tutte le scienze naturali e storiche hanno il loro lato geografico; questo lato è anzi, come osserva il Dalla Vedova, il solo che ci permetta di riassumere tutti i fatti naturali e storici sotto un unico aspetto, quello del loro posto e della loro distribuzione sulla superficie del globo; il solo per cui si possa ristabilire l'unità materiale ed ideale della terra, che noi abbiamo spezzato per comodo delle nostre facoltà analitiche.

Fra i diversi elementi geografici il terreno è senza dubbio il più importante, poichè costituisce la base sulla quale sorgono o si muo-

vono tutti gli altri. La scienza colla quale la geografia viene perciò a trovarsi in più intimi e frequenti contatti è la scienza del terreno, ossia la geologia. Ed è appunto intorno a questo contatto che molto si è disputato, cosicchè mentre ormai tutti ammettono la necessità per la geografia di cercare appoggio nelle altre scienze per lo studio degli altri elementi geografici, quando si tratta del terreno alcuni vorrebbero vedere la geografia far a meno del soccorso della geologia. La ragione di tale differenza, o meglio di tale incongruenza, può anzitutto rintracciarsi nelle condizioni stesse della geologia, scienza relativamente giovane, in molte parti tuttora incerta e nello stesso tempo vasta e complessa; ma va anche attribuita al fatto della speciale importanza che ha nella geografia l'elemento terreno, per cui, mentre per lo studio degli altri elementi basta entrare appena nel campo già abbastanza bene esplorato della meteorologia, della botanica, della zoologia, dell'antropologia, ecc., per lo studio del terreno bisogna penetrare un po' più addentro in quello più incerto della geologia. Ciò deve naturalmente aver indotto alcuni alla ricerca di altre basi per lo studio del terreno, e così sono sorti quei sistemi convenzionali, che la scienza cerca naturalmente di abbattere. Ma vi ha di più, questa differenza nel metodo di studio dei diversi elementi geografici, parmi, possa farsi risalire ad un concetto convenzionale dell'unità del creato, per cui si tende a limitare ad alcune parti di esso il regno della vita materiale, si addiviene ad una classificazione arbitraria della materia in vitale ed inerte, e si finisce per considerare il terreno in modo diverso dagli altri elementi geografici. Ora, come profondamente osserva il Ricci (1), trattando dello sviluppo del mondo organico, « più il « mondo è studiato, più la materia sua, nelle molteplici e meravi- « gliose sue forme e combinazioni, appare piuttosto come un tutto « collegato e digradante per varietà e trasformazioni infinite, anzichè « come una somma di gruppi staccati di corpi morti e viventi. Se « si può credere che le forze fisiche non sono in realtà che un'energia « sola, la quale opera in diversi modi, non ripugna l'ammettere « che in forma analoga anche la materia sia una sola e una sola « la vita ».

Partendo adunque dal concetto che tutti gli elementi geografici sono costituiti da una stessa materia, benchè diversamente organizzata, ed animati da una stessa vita materiale, benchè con manifestazioni diverse, non si capisce perchè, mentre nello studio geografico di alcuni di essi, come ad esempio i popoli, noi non arrestiamo il nostro esame ai caratteri fisici, ma lo estendiamo anche ai fisio-

---

(1) Ricci, *La terra e gli esseri terrestri*. Milano 1885 (cnfr. pag. 736).

logici, rintracciando le ragioni di tali caratteri nei precedenti storici e nelle condizioni dell'ambiente, per altri, come il terreno, si dovrebbe fermarsi alla configurazione esterna e non risalire alla sua genesi, non indagare le trasformazioni cui andò soggetto e non penetrarne l'interna natura per aver ragione della sua vera fisonomia.

Ammessa l'unità di metodo nella trattazione dei diversi elementi geografici, consegue logicamente la necessità del concorso della geologia per lo studio del terreno. E l'opportunità di questo concorso appare sempre più evidente, per poco che si voglia soffermarsi a considerare tale questione.

La geologia infatti, essendo la scienza che indaga la storia fisica della terra in tutte le sue vicende, c'insegnerà come quella parte di terreno, costituente l'oggetto del nostro studio, sia venuta assumendo quelle forme che oggidì essa ci presenta, e dovrà perciò offrirci una guida razionale per rintracciare le linee della sua architettura. Oltre a ciò la geologia ci dà la nozione della natura dei terreni onde è costituita la nostra regione, e siccome fra la natura del terreno e le sue forme, le condizioni idrografiche, la vegetazione, la viabilità e l'abitabilità, esistono relazioni intime e palesi, così il concorso della geologia dovrà offrirci un valido aiuto per poter più facilmente procedere all'esame di tutti gli altri elementi geografici. In riassunto, col tracciarci le linee magistrali dell'architettura della regione e col darci la costituzione del terreno, colla quale tutti gli elementi geografici sono più o meno in relazione, si può dire che la geologia faciliti la sintesi dei caratteri geografici di una regione, e serva a dare di essa quell'idea preliminare e complessiva, intorno alla quale facile riesce il coordinare l'esame analitico dei suoi particolari; si può perciò asserire che lo studio geologico del terreno dovrebbe costituire la logica premessa dello studio geografico d'una regione. Certamente che in questo studio geologico del terreno non occorre nè ingolfarsi in troppi particolari genetici, nè internarsi in tutte quelle classificazioni di terreni che la geologia fa per altri scopi suoi speciali; al fondamento geologico si deve chiedere solo le linee generali dell'architettura della regione, emergenti dalla sua formazione, ed i caratteri geografici derivanti dalla natura delle rocce prese in grandi masse, sui quali caratteri geografici non possono esercitare grande influenza le differenze di alcuni componenti, originanti le classificazioni speciali della geologia. Quest'ultima considerazione vale anche a far vedere come per fondare lo studio geografico del terreno sulla geologia non occorra poi essere profondamente versati in questa materia, ma basti aver intorno ad essa quelle nozioni, che non dovrebbero mai mancare nei programmi di un completo corso di studi.

Chiarito così l'oggetto della geografia, i suoi contatti colle altre scienze e l'indirizzo da seguirsi nel suo studio, rimane a vedere quali partizioni si possano fare della vasta sua materia.

Una prima partizione può farsi rispetto all'oggetto, ed a questo riguardo è da molti autori distinta la geografia in *fisica* e *biologica*, intendendo colla prima lo studio della superficie della terra per sè stessa, e colla seconda quello di essa superficie come scena della vita vegetale ed animale. Tale distinzione non può essere nè rigorosamente scientifica, nè praticamente sempre attuabile e può esercitare sul metodo di studio una perniciosa influenza. Non può essere rigorosamente scientifica, perchè basata su di un concetto convenzionale intorno alla classificazione della materia in vitale ed inerte, cui abbiamo poc'anzi accennato. Non può praticamente esser sempre attuabile, poichè, pur volendo ammettere una limitazione al campo della vita materiale, allorchè si scende nelle classi infime dei regni della natura, incerta diviene la classificazione degli elementi e difficile l'assegnazione dello studio di essi alla geografia fisica od alla biologica. Tende infine tale distinzione ad influire perniciosamente sul metodo, poichè ammette implicitamente per le due parti una diversa trattazione, ossia esclude per la geografia fisica l'indagine fisiologica, il che conduce lo studio del terreno, come già avvertimmo, alla semplice considerazione della sua esterna configurazione. Non ritenuta conveniente tale classificazione, pare si possa più opportunamente distinguere la geografia, rispetto all'oggetto, in *astronomica* (*matematica*), quando essa considera la superficie terrestre come quella di un corpo celeste e la studia nella sua forma d'equilibrio e nelle sue relazioni cogli altri corpi celesti, ed in *fisica*, allorchè esamina la superficie della terra in tutti i suoi modi di essere. La geografia fisica potrà poi suddividersi in tanti rami speciali, quanti sono gli elementi che si considerano, ossia: *morfologia terrestre* (1), *idrografia*, *climatologia*, *fitogeografia* (geografia delle piante), *zoogeografia* (geografia degli animali). Stante però l'importanza che ha per noi lo studio geografico dell'uomo, si è sentita la necessità della creazione di un ramo speciale della zoogeografia, che attendesse al suo studio e questo denominasi *antropogeografia* o *geografia antropica* (2).

(1) Per *morfologia terrestre* s'intende lo studio delle forme del terreno; tale studio denominasi anche comunemente *orografia*, benchè questo vocabolo dovrebbe più propriamente riservarsi allo studio delle forme montane.

(2) Il vocabolo *antropogeografia*, introdotto nella terminologia geografica dai geografi tedeschi SPÖRER (*Zur historischen Erdkunde*. Geogr. Jahrbuch 1870) e RATZEL (*Anthropogeographie oder Grundzüge der Anwendung der Geographie auf die Geschichte*. Stuttgart 1882; *Die geographische Verbreitung der Menschen*. Stuttgart 1891), è oggidì universalmente adottato nelle opere di geografia scienti-

Tale ramo della geografia s'irradia in numerose branche, che assumono dai loro diversi scopi, particolari denominazioni, quali sarebbero quelle di *geografia politica*, *economica*, *commerciale*, *militare*, ecc.

Rispetto alla trattazione dell'oggetto, si può distinguere la geografia in *descrittiva* e *scientifica;* la prima si limita alla raccolta ed alla descrizione degli elementi geografici, la seconda invece li raggruppa, li ordina, li classifica, li paragona secondo determinati criteri, e dall'analisi delle loro forme e della loro distribuzione ricava quelle leggi geografiche spaziali o locali, che servono a dar ragione di tali forme e di tale distribuzione. Con questa classificazione non si deve però intendere escluso dalla geografia descrittiva qualsiasi carattere scientifico, poichè anche la semplice raccolta e descrizione, quando risulti da una serie di complicate osservazioni, può assumere valore di un'azione scientifica.

Una terza partizione della geografia va infine ricercata nella estensione che si vuol dare allo studio. Sotto tale rispetto la geografia può distinguersi in *generale* e *particolare* (*corografia*). La geografia particolare, spinta all'ultimo limite, ci conduce allo studio particolareggiato di un tratto limitato di una regione o di un solo elemento geografico, ossia alla *monografia;* forma che va prendendo sempre maggior piede davanti alle esigenze della scienza moderna, rifuggente dagli sguardi generali e dalle sintesi grandiose, che spesso si basano su concetti aprioristici e rivelano difetto di osservazione e di analisi.

Ammessa l'utilità di spingere talvolta lo studio geografico fino alla monografia, rimane a vedere se con ciò la geografia non venga a confondersi colla topografia. La topografia è infatti apparentemente una specie di geografia descrittiva, limitata nel campo d'osservazione; ma effettivamente esiste una differenza sostanziale fra topografia e geografia. La prima esamina di ogni elemento tutti i lineamenti e di ogni regione tutti gli elementi; ha cioè carattere essenzialmente analitico e campo necessariamente limitato. La seconda esamina di ogni elemento i soli lineamenti caratteristici e di ogni regione solo quegli elementi che valgono a differenziarla dalle altre; ha perciò carattere eminentemente sintetico e può aver campo vastissimo. La geografia,

---

fica, in sostituzione di quelli convenzionali ed equivoci di *geografia storica*, *politica*, *economica*, *sociale*, ecc., i quali però non sono ancora scomparsi dall'uso didattico. Recentemente il PORENA propose di sostituire al vocabolo *antropogeografia* quello di *geografia antropica*, quale termine più adatto alla nostra lingua e che meglio può contrapporsi a quello di geografia fisica, evitando l'inutile ripetizione di geografia antropogeografica. (*La geografia quale è oggi in sè stessa* ecc. già cit.).

per quanto particolareggiata, si distingue pertanto sempre dalla topografia, e questa deve logicamente, nella sistemazione generale degli studi, precedere la geografia e servirle di avviamento.

NOTA BIBLIOGRAFICA (1).

Per lo studio di argomenti riflettenti la storia della geografia, la sua sistemazione scientifica e la sua metodologia, oltre alle opere segnate nelle note a pie' di pagina, si potrà aver ricorso alle sottoindicate, per lo più di carattere generale, alcune delle quali contengono note bibliografiche speciali. Maggiori indicazioni, particolarmente per quanto riflette l'Italia, si potranno trovare nel *Saggio di catalogo delle pubblicazioni geografiche stampate in Italia dal* 1800 *al* 1890, compilato dal CARDON e pubblicato dalla *Società geografica italiana*, in occasione del Congresso di Genova del 1892 (V. Parte I: *A. Insegnamento e concetto scientifico della geografia* ecc.; *B. Storia della geografia* ecc.). Per un completo studio di quanto riflette il moderno sviluppo della geografia, si ricorra di preferenza al già citato *Geographisches Jahrbuch*, che si pubblica annualmente a Gotha sotto la direzione del WAGNER.

BOCCARDO, *La terra e la sua progressiva conquista - Storia della geografia e del commercio.* Torino 1866.

BRANCA, *Storia della geografia.* Milano 1869.

IDEM, *Storia dei viaggiatori italiani.* Milano 1873.

SOCIETÀ GEOGRAFICA ITALIANA, *Studi biografici e bibliografici sulla storia della geografia in Italia.* Roma 1882.

HUGUES, *Storia della geografia.* Torino 1889; non ancora pubblicata la parte che riflette i tempi moderni.

BEVAN, *Manuale di geografia antica.* Firenze 1889.

MARINELLI, *Venezia nella storia della geografia cartografica ed esploratrice.* Venezia 1889.

IDEM, *Carlo Roberto Darwin e la geografia.* Venezia 1882.

FABRIS, *Nozioni di geografia storica.* Torino 1891.

TOZER (trad. GENTILE), *Geografia classica.* Milano 1891.

GHISLERI, *Testo atlante di geografia storica.* Bergamo 1892.

BOCCARDO, *Enciclopedia Italiana ecc.* Torino 1875-88 (V. alle voci *Geografia, Carte geografiche*, ecc.).

BRUNIALTI, *Geografia* in *Annuario scientifico industriale.* Milano, pubblicazione annuale.

GOSSELIN, *Comparaison entre Strabon et Ptolémée.* Paris 1789.

IDEM, *Géographie des Grecs analysée, ou les systèmes d'Eratosthène, de Strabon et de Ptolémée comparés entre eux.* Paris 1790.

IDEM, *Recherches sur la géographie systématique et positive des anciens.* Paris 1798-1813.

LETRONNE, *Des opinions cosmographiques des Pères de l'Église.* Revue des Deux-Mondes, 1834.

LIBRI, *Histoire des sciences mathématiques en Italie depuis la renaissance des lettres, jusqu'à la fin du dix-septième siècle.* Paris 1838-1841.

LELEWEL, *Géographie du moyen-âge.* Paris 1852-57.

---

(1) L'enumerazione delle opere è fatta per ogni lingua approssimativamente in ordine cronologico di pubblicazione.

JOMARD, *Monuments de la géographie.* Paris 1862.

VIVIEN DE St-MARTIN, *De l'état des sciences géographiques et de l'enseignement de la géographie en France et en Allemagne — Aperçu historique.* Année géographique 1863.

DRAPEYRON, *L'étude et l'enseignement de la géographie.* Paris 1872.

IDEM, *Note sur la méthode d'enseignement de la géographie.* Paris 1875.

DESJARDINS, *Les sciences géographiques en France et à l'étranger.* Revue des Deux-Mondes 1874.

LEVASSEUR, L'*étude et l'enseignement de la géographie.* Paris 1875.

LÖFFLER, *Quelques réflexions sur les études géographiques, leur but et leur situation actuelle.* Copenhague 1879.

PAQUIER, *Étude et enseignement de la géographie - Progrès accomplis depuis* 1870. Paris 1885.

FONCIN, *Géographie historique.* Paris 1888.

BOUILLET, *Dictionnaire universel d'histoire et de géographie.* Paris 1896. Contiene cenni biografici sui principali geografi, con indicazioni sulle loro opere.

LAROUSSE, *Grand dictionnaire universel* (V. alle voci: *Géographie*, *Cartes* ecc.).

Annales de géographie. Paris, pubblicazione bimestrale. Annualmente dànno in volume a parte la bibliografia dell'annata; vedansi in questi volumi: *Partie générale: Histoire de la géographie.*

FROBEL, *Entwurf eines Systems der geogr. Wissenschaften.* Annalen der Erd. und Staatenkunde 1831.

A. v. HUMBOLDT, *Kosmos.* Berlin 1847-51 (Vedi Vol. II, *Geschichte der physikalischen Weltanschauung*).

RITTER, *Geschichte der Erdkunde und der Entdekungen.* Berlin 1861.

PESCHEL, *Geschichte der Erdkunde bis auf A. v. Humboldt und C. Ritter*, München 1867.

IDEM, *Geschichte des Zeitalters der Entdekungen.* München 1877.

SUPAN, *Ueber den Begriff und Inhalt der geographischen Wissenschaften etc.* Wien 1876.

MARTHE, *Begriff, Ziel und Methode der Geographie.* Berlin 1877.

IDEM, *Was bedeutet Karl Ritter für die Geographie?* Berlin 1878.

KIEPERT, *Lehrbuch der alten Geographie.* Berlin 1878.

GÜNTHER, *Studien zur Geschichte der matematischen und physikalischen Geographie.* Halle 1879.

IDEM, *Lehrbuch der Geophysik und physikalische Geographie.* Stuttgart 1884 (V. *Geschichtlich-literarische Einleitung*).

MAYR, *Die Stellung der Erdkunde im Kreise der Wissenchaften und der Schuldisciplinen.* Wien 1880.

v. RICHTHOFEN, *Aufgaben und Methoden der heutigen Geographie.* Leipzig 1883.

KIRCHHOFF, *Humboldt, Ritter und Peschel, die drei Hauptlenker der modernen Erdkunde.* Deutsche Rundschau, 2 Jahrgang. 4 Heft.

GERLAND, *Die wissenschaftliche Aufgabe der Geographie, ihre Methode und ihre Stellung im praktischen Leben.* Stuttgart 1887.

BERGER, *Geschichte der wissenschaftlichen Erdkunde der Griechen.* Berlin 1887.

PENK, *Morphologie der Erdoberfläche.* Wien 1894. (V. i paragrafi intitolati: *Geschichtliches*, al termine di quasi tutti i capitoli).

BROCKHAUS', *Konversations-Lexikon.* Leipzig 1892-96 (V. alle voci: *Geographie*, *Landkarten*, etc.).

PETERMANNS, *Mitteilungen aus Justus Perthes' geographischer Anstalt.* Gotha, pubblicazione mensile (V. *Beilage*, *Litteraturbericht*).

II. — DELLA GEOGRAFIA MILITARE

La più intensa manifestazione dell'influenza, che la natura esercita sulla storia, si verifica nella guerra, la quale altro non è se non una fase di massima attività e di massimo condensamento, in rapporto allo spazio, della vita dei popoli.

La storia dimostra chiaramente l'esistenza e l'intensità di tale influenza, e prova inoltre ch'essa è maggiore nelle guerre odierne che non nelle passate, poichè, sebbene i progressi della scienza e dell'industria vadano continuamente allargando i limiti della potenza umana e la facciano sempre più indipendente dalla natura, il continuo e colossale aumento delle masse armate rende queste sempre più schiave della regione ove operano, ed il carattere nazionale degli eserciti odierni fa sì ch'essi siano, più dei passati, funzioni dirette delle condizioni fisiche e storiche dei rispettivi paesi.

Esaminando poi quest'influenza della natura sulla guerra, si vede ch'essa non solo si manifesta con intensità, ma anche con continuità, si vede cioè ch'essa accompagna costantemente tutte le operazioni della guerra dalla preparazione all'urto. Essa si appalesa infatti nell'organica coll'apparecchio dei mezzi di guerra in relazione alle condizioni delle probabili regioni del loro impiego; nella strategia colla designazione dei punti vitali della lotta; nella logistica colla scelta delle zone più propizie alla raccolta ed alla conservazione delle forze e delle linee più atte ai loro spostamenti; ed infine nella tattica, poichè anche nel breve spazio di terreno ove avviene l'urto delle forze, vi sono linee e punti il di cui possesso può decidere della vittoria.

Dall'esistenza, intensità e continuità, in una parola dall'importanza dell'influenza che la natura esercita sulla guerra, deriva l'importanza del suo studio e l'opportunità che un ramo speciale della geografia antropica si applichi ad esso. Tale ramo è la *geografia militare*, il di cui oggetto può pertanto definirsi: *lo studio dell'influenza degli elementi geografici sulla guerra.*

Pari all'importanza di questo studio è certamente la difficoltà della sua sistemazione scientifica, sopratutto per quanto riflette il metodo, stante la vastità e complessività dell'oggetto e la necessità di un lungo processo di analisi e di sintesi, d'indagine e di conclusione, quale è quello richiesto dall'esame degli elementi geografici, dalla determinazione dei loro rapporti colle operazioni di guerra e dall'applicazione delle deduzioni fatte a casi concreti.

Essendo la geografia militare un punto di vista particolare della geografia generale, e precisamente di quella sua parte che abbiamo

chiamata *antropica*, la sua sistemazione scientifica va ricercata in quella della geografia generale, della quale riflette tutte quelle oscillazioni, specialmente rispetto al metodo, cui abbiamo nel capitolo precedente accennato. Si può anzi dire che tali oscillazioni raggiunsero spesso i loro massimi nel caso speciale della geografia militare, poichè essendo, come testè osservammo, la guerra una fase di massima intensità della vita sociale, il geografo militare deve spesso più d'ogni altro intensamente esaminare gli elementi geografici e più di ogni altro internarsi in alcuni dei loro particolari, specialmente per quanto riflette il terreno.

Così si nota che la geografia militare fu il ramo della geografia generale rimasto più a lungo e più strettamente intrecciato alla storia, di cui costituiva un complemento indispensabile per la conoscenza dei teatri delle operazioni guerresche, intorno ai quali non si avevano speciali studi geografici eseguiti con intenti militari, ed infatti si può dire che fino al principio del nostro secolo le narrazioni storico-militari erano quasi sempre precedute da ampie descrizioni geografiche. Alcune di queste sono per dir vero corredate da considerazioni intorno all'influenza degli elementi geografici sulle operazioni di guerra, ma anche da tali scritti difficilmente si potrebbero ricavare i principî sui quali basare lo studio della geografia militare, nè essi valgono a dare una nozione completa delle condizioni geografico-militari delle regioni di cui trattano, poichè l'esame degli elementi geografici ed il loro apprezzamento militare è sempre fatto in base a determinate e speciali circostanze storiche e limitato alle sole zone interessanti i fatti narrati (1).

Nel periodo di meditazione, assai fecondo per lo sviluppo degli studi militari, che sussegui la tumultuosa epoca napoleonica, la geografia militare incominciò a svincolarsi dalla storia; ma i primi suoi passi furono assai stentati, poichè le mancava una guida sicura ed illuminata, non esistendo allora buoni metodi di studio per la geografia generale. Eravamo infatti in quell'epoca nella quale la geografia non esisteva come scienza che nella mente di pochi e per i più si riduceva ad una semplice enumerazione di nomi e di cifre. I primi studi autonomi di geografia militare furono quindi rappresentati da raccolte

---

(1) Fra gli scrittori militari, che pur trattando sussidiariamente di geografia, si occuparono più obbiettivamente dello studio dell'influenza degli elementi geografici sulla guerra, merita di esser specialmente ricordato il generale Lloyd (*Mémoires militaires et politiques du général Lloyd servant d'introduction à l'histoire de la guerre en Allemagne en* 1756, *entre le roi de Prusse et l'impératrice reine et ses alliés.* Paris 1801 (trad. dall'inglese); (cnfr.: *IV Partie, Des opérations de la guerre considérées en elles-mêmes; V Partie, Analyse militaire des différentes frontières en Europe*).

di dati topografici, climatologi, etnografici, economici, ecc., interessanti le operazioni militari, coordinati in itinerari e monografie. Questi studi, per quanto utili sussidi a chi doveva intraprendere operazioni militari in una data regione, non potevano certamente costituire l'essenza della geografia militare, nè valevano a dare la completa e viva fisonomia geografica dei paesi ed a mettere in evidenza l'importanza militare dei loro singoli elementi.

Tali erano ancora le condizioni degli studi geografico-militari fin verso la metà del nostro secolo, allorquando incominciò ad introdursi ed a diffondersi nello studio della geografia, specialmente in Francia, la *teoria idrografica*, che adottata nelle scuole militari valse a distaccare gli studi militari dall'indirizzo statistico e ad avviarli all'esame del terreno considerato nelle sue forme plastiche. Noi già accennammo alle conseguenze dell'adozione di tale teoria nel campo della geografia generale; venendo ora a quello della geografia militare, possiamo dire che in essa, più particolarmente intenta all'esame analitico del terreno, i difetti si resero ancora più manifesti, poichè, seguendo la teoria idrografica si fu generalmente indotti ad arrestare le proprie ricerche su elementi, quali le linee di displuvio, spesso di nessun significato militare ed in molti casi si addivenne ad erronei apprezzamenti del terreno. Fra i molti casi si può indicare quello citato dal Perrucchetti nel suo *Esame preliminare del teatro di guerra italo austro-ungarico* (1), a proposito dell'altipiano di Transilvania; studiando quella regione colla scorta del metodo idrografico, si è naturalmente portati alla ricerca delle displuviali fra Aluta, Maros e Zamos e riesce quindi assai difficile l'afferrare il vero carattere militare di quel vasto ridotto, offrente comodo rifugio ad un intero esercito e facoltà di rapida manovra per linee interne contro un attaccante procedente dal Danubio, il quale per sviluppare le proprie forze fosse obbligato a presentarsi diviso agli sbocchi della Maros e della Zamos.

La teoria idrografica ebbe, come dicemmo, breve fortuna in Germania; colà invece le idee del Ritter, penetrate ben tosto nel campo militare, trovarono nel generale von Roon (2), il noto riorganizzatore dell'esercito prussiano, un valoroso interprete, e più tardi, sotto l'influenza dei concetti propugnati dal Peschel, sorse colà quella scuola,

(1) Torino 1878. Edizione autografata della Scuola di guerra (cnfr. pag. 42).

(2) v. Roon, *Grundzüge der Erd-Völker und Staatenkunde*. Berlin 1832.
Idem, *Anfangsgründe der Erd-Völker und Staatenkunde*. Berlin 1834.
Idem, *Militärische Länderbeschreibung von Europa*. Berlin 1837.
Idem, *Die Iberische Halbinsel von Gesichtspunkte des Militärs*. Berlin 1839 (Vedasi nella prefazione: *Begriff und Zweck der Militär-Geographie*).

che pose a base dello studio militare del terreno il fondamento geologico. Fra i seguaci di questa emerse il generale austriaco von Sonklar, che fu per molti anni insegnante di geografia negli istituti militari e lasciò importanti lavori, specialmente di orografia (1); ed a rappresentare il nuovo indirizzo nell'insegnamento militare esiste una serie numerosa di trattati e manuali scolastici per lo studio del terreno (*Terrainlehre*), nei quali si appalesano i nuovi concetti informatori degli studi geografici e specialmente appare evidentemente l'utilità del fondamento geologico nell'esame degli elementi del terreno, considerati in tutti quei particolari che interessano il loro apprezzamento militare (2).

In Francia, come vedemmo, la teoria idrografica, già molto favorevolmente accolta ai tempi del Buache, ebbe col Lavallée grande diffusione, e questa si manifestò specialmente nel campo militare, dove il Lavallée poteva maggiormente far sentire la propria influenza, essendo professore alla scuola di Saint-Cyr. Però, analogamente a quanto già abbiamo notato per la geografia generale, si può dire che anche negli studi militari non mancarono opposizioni a quell'indirizzo, nè libri accennanti a concetti ben diversi e veramente scientifici (3).

---

(1) Le opere principali del generale VON SONKLAR sono le seguenti: *Allgemeine Orographie*, Wien 1873; *Leitfaden für den Unterricht in der physikalischen Geographie*, Wien 1873.

Oltre a queste due opere lasciò due manuali di geografia, l'uno per la Scuola dei cadetti, l'altro per l'Accademia tecnica militare di Vienna, ed una serie di scritti minori, specialmente riflettenti l'orografia delle Alpi orientali, dei quali scritti trovasi un elenco completo, annesso alla biografia dell'autore, nel *Bollettino del Club Alpino Italiano*, nº 33, 1878 (v. pag. 67).

(2) Fra i molti manuali tedeschi di *Terrainlehre*, alcuni dei quali sono usati come libri di testo nelle scuole tedesche ed austriache, si possono citare i seguenti:

O'ETZEL, *Terrainlehre*. Berlin 1850.

HEINZMANN, *Die Grundzüge der Terrainlehre*. Wien 1861.

SYBULZ, *Handbuch der Terrain-Formenlehre*. Wien 1862.

KOELER, *Die Terrainlehre unter taktischem und strategischem Gesichtspunkte*. Berlin 1865.

R. B. S., *Grundzüge einer physikalisch-vergleichenden Terrainlehre in ihrer Beziehung auf das Kriegswesen*. Wien 1869.

RECHBERGER, *Die Erdoberfläche in ihrem Einflusse auf den Krieg*. Wien 1872.

MUSZYNSKI UND PŘIHODA, *Die Terrainlehre in Verbindung mit der Darstellung und Beschreibung des Terrains von militärischen Standpunkte*. Wien 1872.

WALDSTAETTEN, *Die Terrainlehre*. Wien 1874.

NEUBER, *Streffleur's Allgemeine Terrainlehre*. Wien 1875.

HOFFMEISTER, *Die militärische Bedeutung des Terrains*. Wien 1880.

REITZNER, *Die Terrainlehre*. Wien 1887.

(3) ROZET, *Cours élémentaire de géognosie fait au dépôt de la guerre*. Paris 1830.

Mémorial du dépôt général de la guerre. Paris 1831 (Vol. I, nº IV: *Essai sur*

Tuttavia la riforma degli studi geografico-militari non ebbe luogo che qualche anno dopo il 1870, come naturale conseguenza del rinascere degli studi di geografia generale, cui abbiamo accennato. Fu infatti sotto il benefico influsso di tale rinascimento che negli studi militari si operò una rapida e radicale trasformazione, comprovata dall'apparire in breve spazio di tempo di numerosi scritti, fra i quali possono ricordarsi quelli del Fervel (1), del Clerc (2), del Niox (3) e del Marga (4). Benchè tali lavori rappresentino un'efficace manifestazione delle nuove tendenze nello studio della geografia e segnino un notevole progresso in quello della geografia militare, tuttavia è doveroso l'osservare che essi non vanno esenti da quei difetti, che sono inerenti ai primi prodotti di una trasformazione. Così si nota in alcuni di essi, e specialmente in quelli del Clerc, qualche eccesso nell'applicazione della geologia allo studio del terreno, mentre si vede che in altri, come in quelli del Niox e del Marga, non sempre si è saputo trarre dalle premesse geologiche quelle deduzioni in ordine alla fisonomia ed ai caratteri militari delle regioni, senza le quali tali premesse non avrebbero ragione di essere.

In Italia malgrado il rinascere degli studi geografici, che vedemmo accentuarsi col nostro risorgimento politico, assai tardo e lento fu il rinnovamento di quelli militari e ciò sia per la tendenza generale che gli studi militari un tempo avevano di svilupparsi per proprio conto all'infuori del movimento scientifico, sia per il fatto particolare che il metodo idrografico del Lavallée, già in uso nelle scuole militari del Piemonte, si era tosto diffuso in quelle del nuovo regno e vi aveva preso salde radici. Non mancarono tuttavia anche in Italia

---

les reconnaissances militaires. Ch. 3°: *Des moyens d'observation que la topographie emprunte à d'autres sciences*).

Agenda pour servir sur le terrain à MM. les officiers élèves de l'école d'état-major. Paris 1856 (cnfr. pag. 22 *bis*: *Tableau des formes habituelles au relief du sol, dans ses rapports avec la constitution géologique*).

(1) Fervel, *Études stratégiques sur le théâtre de guerre entre Paris et Berlin*. Paris 1873.

Idem, *Géologie et géographie. Application de l'une à l'autre*. Journal des sciences militaires, 1875.

(2) Clerc, *Esquisses orographiques des systèmes frontières de la France*. Paris 1876.

Idem, *Géologie et géographie militaire*. Paris 1880.

Idem, *Savoye et Dauphiné*. Paris 1880.

Idem, *Les alpes françaises*. Paris 1883.

Idem, *Le Jura*. Paris 1888.

(3) Niox, *Géographie militaire*. Paris 1880.

(4) Marga, *Géographiè militaire*. Paris 1885.

opere geografico-militari di considerevole valore (1) ed accenni a voler distaccarsi dalla teoria idrografica per dare agli studi geografici un indirizzo scientifico (2), e dove tali tendenze incominciarono a trovare la loro pratica applicazione fu in alcune monografie del terreno del corpo di stato maggiore e specialmente in quelle eseguite dalla soppressa sezione topografica, sotto la direzione del generale Riva-Palazzi, che più tardi coi propri scritti (3), propugnanti l'utilità del fondamento geologico nell'esame del terreno, contribuì notevolmente alla trasformazione degli studi di geografia militare. La necessità di tale trasformazione rendevasi specialmente manifesta alla scuola di guerra, nella quale, coll'elevarsi dello studio della geografia alla soluzione dei grandi problemi della guerra, si intuiva il bisogno di innalzarsi alla considerazione scientifica degli elementi geografici. Fu infatti alla scuola di guerra, dove il metodo idrografico venne definitivamente bandito dagli studi militari, e dove gradatamente si venne nello studio della geografia militare assurgendo a quei principî che ne costituiscono il fondamento scientifico e pratico. Già il generale Sironi nel suo classico *Saggio di geografia militare* (4), abbandonando l'ordine idrografico, accennava alle linee naturali di invasione seguite dai popoli asiatici nel loro movimento d'espansione verso l'Europa; successivamente i generali Perrucchetti (5) e Goiran (6) studiavano la configurazione plastica dei teatri di guerra per massicci montani e regioni pianeggianti, indipendentemente dalle linee idrografiche, ed infine il colonnello Zuccari colle sue lezioni, rimaste pur troppo inedite, mentre introduceva nello studio della geografia militare il fondamento geologico, imprimeva ad esso studio quel completo indirizzo scientifico che venne di poi sempre seguìto.

Troppo lungo sarebbe l'accennare allo sviluppo degli studi geografici presso i diversi eserciti esteri, ma si può notare che tali studi sono con indirizzo scientifico seguìti in Inghilterra (7) ed in

---

(1) Pepe, *L'Italia militare e la guerra di sollevazione.* 1836.

Orsini, *Geografia militare della penisola italiana.* Torino 1852.

Saluzzo, *Le Alpi che cingono l'Italia considerate militarmente così nell'antica come nella presente loro condizione.* Torino 1845.

L. e C. Mezzacapo, *Studi topografici e strategici su l'Italia.* Milano 1859.

(2) C., *Della scienza del terreno.* Rivista militare, 1859.

(3) Riva-Palazzi, *Importanza della geologia nello studio militare del terreno.* Riv. milit. ital. 1883.

Idem, *La geologia e gli studi geografici.* Bollett. Società geolog. italiana, 1885.

(4) Torino 1876.

(5) Per i lavori del generale Perrucchetti vedasi più avanti la nota a pag. 29.

(6) Goiran, *Lezioni di geografia militare esposte ai sigg. ufficiali allievi della Scuola di guerra.* Torino 1880.

(7) Vedasi a questo proposito nel n° 158 del *Journal of the Royal United Ser-*

America (1), e non si può astenersi dall'additare l'esempio della Spagna, dove la geografia militare assunse fin dal principio del secolo carattere di vera scienza per opera del generale Sánchez Cisneros (2), e, mantenendosi sempre in questa via, diede ottimi prodotti, quali sono i lavori del generale Gomez de Arteche (3), del generale Rodriguez Arroquia (4) e del maggiore Torres Campos (5).

La rapida e generale adozione del metodo geologico nello studio militare del terreno è una prova non dubbia dei vantaggi che esso sugli altri presenta. Noi già abbiamo discorso di questi vantaggi rispetto alla geografia in generale; venendo ora al caso speciale degli studi militari del terreno, se noi ammettiamo che il concorso della geologia possa valere a dare di una regione quell'idea sintetica coordinatrice di tutti gli elementi della sua descrizione geografica, l'opportunità di tale concorso si manifesta ancor più evidente, perchè gli studi militari del terreno, dovendo scendere a molti particolari analitici, risultano spesso confusi, sbiaditi e tediosi, se la farragine dei loro particolari non è ordinata intorno ad un concetto semplice e sopratutto vero.

Oltre a ciò la possibilità di acquistare fin dal principio dello studio un'idea completa, sia pur generica, della regione, torna negli studi militari assai utile, poichè permette di farsi subito un concetto generale sull'andamento delle operazioni, di meglio indirizzare gli studi particolari e di rendere più rapide e più efficaci le ricognizioni.

Ammessa poi l'esistenza di rapporti fra la natura dei terreni ed i loro caratteri geografici, è evidente che la semplice nozione di quella ci permetterà di fare su questi alcune induzioni, che pur mantenute nei limiti consigliati da un giusto criterio pratico, possono servire a dare un'idea approssimativa delle condizioni geografiche di regioni che non fosse possibile di riconoscere.

Inoltre l'ordinaria terminologia geologica permette di dare con poche parole, e spesso anche con una sola parola, l'idea complessiva

---

vice Institution, aprile 1891, la discussione che fa seguito alla conferenza tenuta dal prof. RUPERT JONES: *On the utility of an elementary Knowledge of Geology to the officers of the Army and Navy.*

(1) A. W. VODGES U. S. ARTILL., *Courses of sciences applied to Military Art. Part. I: Geology and Military Geography.* New York 1884.

(2) SANCHEZ CISNEROS, *Elementos de Geografia fisica aplicados à la Cienca de la guerra.* Madrid 1819.

(3) GOMEZ DE ARTECHE, *Geografia historico-militar de Espana.* Madrid 1840.

(4) RODRIGUEZ DE QUIJANO Y ARROQUIA, *La guerra y la geologia.* Madrid 1876. IDEM, *El terreno, los hombres y les armas en la guerra.* Madrid 1892.

(5) TORRES CAMPOS, *Estudios geographicos.* Madrid 1895.

di un terreno, molte volte assai vasto ed intralciato; basterà infatti che una zona collinosa venga designata col termine *anfiteatro morenico*, perchè chi sa quale sia la genesi e quale possa essere la natura dei terreni di un tale oggetto geografico, acquisti subito un'idea della sua configurazione generale, delle sue forme particolari ed anche degli altri suoi principali caratteri geografici.

Infine si può osservare che il concorso della geologia, vivificando gli elementi geografici e mettendo in evidenza i loro rapporti, eccita l'occhio ad osservare, la mente a ragionare e rende per tal modo lo studio del terreno così interessante, che spesso finisce per infondere in chi vi attende una vera passione per esso. E questo fatto, parmi, dovrebbe bastare da solo per dare a questo metodo la preferenza sugli altri.

Da quanto sin qui si è detto intorno all'evoluzione degli studi geografico-militari, si può adunque vedere che essi, sotto il benefico influsso del risveglio manifestatosi nel campo della geografia generale, vennero svincolandosi dal legame storico, e successivamente abbandonando l'empirismo del metodo statistico ed il convenzionalismo di quello idrografico, per indirizzarsi all'esame scientifico degli elementi geografici, che raggiunse la sua pienezza col fondare lo studio del più importante di essi, il terreno, sulle cognizioni riflettenti la sua origine e la sua natura.

A questo ultimo riguardo è però d'uopo notare che, se da un lato la rapida e generale diffusione presso tutti gli eserciti dell'indirizzo geologico negli studi militari del terreno è una prova della opportunità di tale metodo, da un altro lato la celerità di tale diffusione fu di pregiudizio alla sua retta applicazione e di danno al suo progressivo sviluppo. Per la parte assai ristretta che lo studio delle scienze naturali ebbe sempre nelle scuole civili e militari, specialmente in Francia ed in Italia, accadde che non sempre l'ambiente fosse preparato alla trasformazione e l'applicazione del metodo desse luogo a non poche ed inconsulte esagerazioni. Così avvenne che alcuni seguaci della nuova scuola si lasciarono nello studio del terreno fuorviare da quella stessa scienza, che loro doveva servir di guida; fecero della geologia, anzichè della geografia militare; introdussero negli studi militari quel malinteso scientificismo, che riveste di apparenze difficili cose relativamente facili, e finirono per perdere di vista quell'indirizzo essenzialmente pratico ed applicativo, al quale devono sempre essere informati gli studi militari.

Come l'artificialità del metodo idrografico aveva suscitato una sana e vigorosa reazione, così le esagerazioni del metodo geologico per lo studio del terreno diedero luogo ad una forte corrente di opposizioni. Prescindendo dagli attacchi poco seri, coi quali si tentò da

alcuni di combattere il metodo ponendolo in ridicolo, questa corrente di opposizioni si concretò nel concetto che anzitutto lo studio militare degli elementi geografici deve farsi seguendo l'ordine secondo il quale essi si presentano all'azione militare e non già colla guida di metodi basati su qualsiasi altro fondamento; ed in secondo luogo che, variando le funzioni degli elementi geografici col variare della intensità e della direzione delle forze in azione, il loro concreto apprezzamento militare non può esser fatto che partendo da ipotesi, le quali determinino tale intensità e tale direzione. L'applicazione di questo concetto condusse necessariamente la geografia militare ad uno studio eminentemente soggettivo degli elementi geografici, consistente nella soluzione di problemi militari impostati su determinate ipotesi di guerra, nella qual soluzione vengono esaminati gli elementi geografici coordinandoli per linee di facilitazione e zone di ostacolo ed orientandoli secondo il presumibile svolgimento delle operazioni, e si finisce per apprezzarne il valore in relazione alle forze operanti ed alla direzione delle stesse.

Questa scuola, che il generale Bellati chiama con termine felice la *scuola ipotetica* (1), diede notevoli prodotti specialmente in Austria (2) ed in Italia (3), ed ebbe il grande merito di richiamare gli studi geografico-militari nel campo pratico, dal quale pareva accennassero talvolta ad allontanarsi, perdendosi in considerazioni generiche e divagando in quistioni d'interesse militare assai discutibile. Ciò malgrado, non si può ammettere che il metodo da questa scuola propugnato sia atto a dare un completo sviluppo allo studio della geografia militare. Esso infatti ci conduce all'esame degli elementi, non quali sono in natura, ma come si presentano in circostanze determinate e perciò mutevoli; ci dà cioè la soluzione pratica di una serie di problemi, ma non la teoria per risolverli. In certo qual modo si potrebbe dire che questa scuola rappresenti un ricorso della scuola storica, alla quale si è del resto inspirata, offrendo tuttavia su quella un notevole progresso, dipendente dalla differenza fra una operazione effettivamente svoltasi ed una operazione ipotetica, che, bene architettata fra limiti estesi ed elastici, permette

---

(1) Bellati, *Le ricognizioni militari.* Roma 1885 (cnfr. pag. 36).

(2) Haymerle, *Das strategische Verhältniss der Schweiz.* Wien 1871.

Idem, *Das strategische Verhältniss zwischen Oesterreich und Russland.* Wien 1873.

(3) Perrucchetti, *Studi di geografia militare: Esame preliminare del teatro di guerra Italo-Austro-Ungarico.* Torino 1873 (autogr.); *Il Tirolo.* Torino 1877; *Dal Friuli al Danubio.* Torino 1878; *La pianura lombardo-veneta e le coste adriatiche.* Torino 1878; *Dal Po al Reno.* Torino 1878; *Dal Ticino al Rodano.* Torino 1878.

un più completo esame ed un più largo apprezzamento degli elementi geografici della regione studiata.

Il succedersi delle diverse scuole, il loro combattersi e le loro tendenze agli eccessi prova sempre più, come ben giustamente osserva il generale Riva-Palazzi (1), « essere portato della natura « umana che ad un'azione tenga sempre dietro una reazione, e che « nella lotta delle opinioni un'esagerazione in un senso altre ne « generi in senso opposto ».

La discussione metodologica, cui il contrasto delle diverse scuole diede luogo, fu però, com'è naturale, assai vantaggiosa per la sistemazione dello studio della geografia militare, cosicchè, abbandonato ormai l'esclusivismo delle diverse scuole, i più concordano in un metodo eclettico, sostanzialmente scientifico e giustamente pratico e perciò ben rispondente agli scopi della geografia militare.

Vediamo pertanto in che possa consistere tale metodo.

Partendo dalla definizione stessa della geografia militare: *studio dell'influenza degli elementi geografici sulla guerra*, noi sentiamo anzitutto la necessità di imparare a conoscere gli elementi geografici, per poter poi addivenire al loro apprezzamento, e da ciò consegue logicamente la convenienza di distinguere nello studio della geografia militare due parti: l'una avente per iscopo la conoscenza degli elementi geografici, l'altra la loro valutazione militare. La conoscenza degli elementi geografici, quali sono in natura e quali possono entrare ad esercitare la loro influenza in tutte le possibili operazioni militari, svolgentisi in condizioni diversissime di tempo, di forza, di direzione, non si può acquistare che esaminando gli elementi geografici per sè stessi, prescindendo cioè da qualsiasi supposizione di operazioni militari, la quale, imprimendo all'elemento geografico un determinato orientamento, stabilisce nella nostra mente un preconcetto che molte volte può alterarne la vera natura. Noi incominceremo quindi dall'esame degli elementi geografici, considerati in loro stessi, nei loro mutui rapporti e nella parte che essi rispettivamente hanno nella determinazione della fisonomia geografica della regione. Solo dopo di aver acquistata questa nozione potremo con sicurezza procedere all'apprezzamento militare dell'elemento geografico, ossia alla determinazione dell'influenza che esso può esercitare sulle operazioni di guerra. Tale apprezzamento potrà esser fatto dapprima in modo generico e direi quasi teorico, formulando cioè alcuni principî sulle funzioni generali che ciascun elemento geografico può esercitare nelle operazioni di guerra; ma, limitato a questi soli principî, l'apprezzamento riuscirebbe sempre

(1) RIVA-PALAZZI, *La geologia e gli studi militari* (già cit.), (cnfr. pag. 101).

vago e nel formularlo si correrebbe di frequente il rischio di cadere in astrazioni teoriche. Ed ecco qui emergere la necessità di completare e rendere positivo questo apprezzamento, seguendo il concetto della scuola ipotetica, ossia introducendo nello studio quelle ipotesi, che ci permettono di fissare i dati variabili, relativi all'intensità ed alla direzione delle forze in azione.

Ora l'esame obbiettivo degli elementi geografici è attributo della geografia generale, e ad essa dovremo perciò ricorrere per procedere in tale esame con quei criteri e quei metodi, che la scienza ha dimostrato essere i preferibili. Studiati colla scorta di tali precetti gli elementi geografici, si potrà passare alla loro valutazione militare. I criteri per tale valutazione dovranno essere attinti ai principî della scienza della guerra ed inoltre si dovrà, ogni qualvolta è possibile, ricercare nella storia la sanzione degli apprezzamenti fatti. Questa parte costituisce la vera scienza geografico-militare, la quale ha, come ogni scienza, le sue teorie e le sue applicazioni. Le prime sono costituite da quei pochi principî, che riflettono le funzioni generiche degli elementi geografici nelle operazioni di guerra; le seconde valgono a meglio precisare tali funzioni, introducendo nell'apprezzamento dati positivi, riflettenti la direzione e l'intensità delle forze in azione.

Giunti a questo punto, mi pare si possa addivenire ad una conclusione intorno alla sistemazione dello studio della geografia militare e tracciare le linee fondamentali di un completo corso di studio di tale materia. Da quanto si è detto finora risulta ch'esso dovrebbe essere costituito di due parti: l'una d'introduzione o di avviamento allo studio, l'altra di attuazione dello stesso; vediamo ora come si possa precisare il contenuto di queste due parti.

La geografia generale studia la superficie terrestre in tutti i suoi elementi come parte del cosmo, come corpo fisico in sè, come scena della vita vegetale ed animale, e specialmente nelle sue relazioni coll'uomo. Essendo il campo d'azione della geografia militare limitato a quest'ultimo argomento, considerato anche da un punto di vista particolare, è naturale che solo alcuni elementi geografici la interessino, e di essi non tutti in egual modo ed in eguale misura. La geografia militare considererà perciò quei soli elementi, o solo quelle parti di essi, che maggiore influenza esercitano sulle operazioni di guerra, e tali elementi, o loro parti, potranno per facilità di studio raggrupparsi in classi, quali sarebbero:

1° il terreno;
2° le acque;
3° il clima;
4° la vegetazione;
5° gli elementi antropici.

Questi elementi dovranno essere, in quelle parti maggiormente interessanti le operazioni militari, singolarmente considerati come oggetti e come fattori geografici. ossia singolarmente studiati nelle loro forme, nella loro distribuzione, nei loro reciproci rapporti e nell'influenza che esercitano sulla configurazione geografica complessiva del paese. Acquistata la conoscenza di ogni singolo elemento, si dovrà per ciascuno di essi esaminare i rispettivi rapporti generici colle operazioni di guerra, in modo da rendersi conto delle sue funzioni generali nel campo della lotta.

Ultimato questo esame analitico, si potrà procedere al coordinamento dei diversi elementi ed alla determinazione dell'unità specifica della geografia, ossia della *regione geografica* che è « quel « tratto di superficie terrestre, il quale per i suoi caratteri geografici « si differenzia dai contermini » (1). In base ai diversi caratteri geografici e specialmente a quelli di maggior interesse militare, si potrà cioè stabilire una classificazione geografico-militare delle regioni, e quindi fare intorno ad esse quegli apprezzamenti generici, che costituiranno la sintesi degli apprezzamenti dati sui singoli elementi.

Esame analitico degli elementi geografici dianzi accennati, classificazione e studio complessivo delle regioni geografiche, valutazione militare generica degli uni e delle altre, costituiranno pertanto i momenti principali di studio della prima parte di un corso di geografia militare, per mezzo della quale dobbiamo impossessarci di quei principî, che devono trovare nella seconda parte le loro applicazioni.

Questa seconda parte consterà dell'esame di alcuni teatri di guerra, offrenti esempi atti a rendere più concreto l'apprezzamento militare e tipi di studio utili per altre applicazioni; tali teatri di guerra, opportunamente scelti, serviranno inoltre a dare quelle nozioni intorno alle condizioni geografico-militari dei principali Stati, che concorrono a costituire il corredo della coltura militare dell'ufficiale.

Questi criteri, così riassuntivamente esposti, sono appunto quelli che hanno presieduto all'attuale sistemazione degli studi geografico-militari presso la nostra Scuola di guerra, e tale sistemazione rappresenta, a mio giudizio, uno stadio di perfezione relativamente grande nell'evoluzione metodica della geografia militare.

---

(1) PASANISI, *Testo di geografia.* Roma 1893 (cnfr. pag. X).

NOTA BIBLIOGRAFICA

Un cenno sullo sviluppo degli studi geografico-militari può trovarsi nelle opere seguenti, in parte già citate:

MARSELLI, *La guerra e la sua storia.* Milano 1879 (cnfr. Vol. II, Cap. II. *La geografia militare e la statistica*).

GOIRAN, *Lezioni di geografia militare ecc.* (già cit.), (cnfr. Cap. I. *Evoluzione (della dottrina geografico-militare*).

PERRUCCHETTI, *Del metodo negli studi per la difesa dello Stato.* Roma 1882 (cnfr. Capo I: *Sul metodo proposto per gli studi di geografia militare*).

IDEM, *La difesa dello Stato.* Torino 1884 (cnfr. Cap. I: *Esposizione di un metodo di studio geografico-militare inteso a porre in evidenza le condizioni di offesa e difesa degli Stati*).

Le questioni più specialmente metodologiche sono state anche trattate dai sotto indicati autori italiani, pure in parte già citati:

DE CRISTOFORIS, *Che cosa sia la guerra.* Milano 1868 (cnfr. Cap. VII: *La geografia militare*).

BONAMICO, *Considerazioni sugli studi di geografia militare continentale e marittima.* Roma 1881 (cnfr. pag. 10 e seg.).

RIVA-PALAZZI, *Importanza della geologia nello studio militare del terreno* (già cit.).

IDEM, *La geologia e gli studi militari* (già cit.).

IDEM, *La geologia e gli studi geografici* (già cit.).

IDEM, Prefazione alla traduzione italiana, fatta da LOVERA, dello *Schizzo descrittivo d'Italia e caratteri fondamentali della plastica del suolo d'Italia* del professore FISCHER. Salò 1895.

BELLATI, *Le ricognizioni militari* (già cit.), (cnfr. pag. 32 e seg.).

ALLASON, *Studio di geografia militare.* Torino 1891 (cnfr. *Introduzione*).

Cenni sul metodo negli studi geografico-militari trovansi inoltre in molte opere di autori stranieri. A quelle già citate nelle note a pie' di pagina, si aggiungono le seguenti:

v. MALCHUS, *Handbuch der Militär-Geographie in Europa mit spezieller Beziehung auf Krieg und Kriegführung.* Heidelberg 1833.

JASI KOW, *Versuch einer Theorie der Militär-Geographie* (traduzione dal russo). Berlin 1839.

RUDTORFFER, *Militär-Geographie von Europa.* Prag. 1839.

PÖNITZ, *Praktische Anleitung zur Rekognozirung und Beschreibung des Terrains.* Adorf. 1840.

v. ASTER, *Gedanken über eine sistematische Militär-Geographie.* Dresden 1857·

v. MASSENBACH, *Militär-Geographie Mitteleuropa's.* München 1863.

ANONIMO, *Anhaltspunkte zur militarischen Länderbeschreibung.* International Revue über die gesammten Armeen und Flotten. 1892.

IL TERRENO [1]

I. — NATURA E STRUTTURA DEL TERRENO

1. Rocce. — Osservando uno spaccato del terreno, quale si presenta ad esempio in una frana, in una cava di pietre od in uno scavo qualsiasi, si vede che esso è costituito da accumuli di masse di minerali; tali accumuli diconsi *rocce* (2).

Lo studio delle rocce forma oggetto di quel ramo della geologia che chiamasi *litologia* o *petrografia.*

2. Classificazione delle rocce. — Le rocce possono classificarsi secondo criteri diversi, quali: l'origine, la composizione, la struttura, la fossilizzazione, la giacitura, ecc.

Negli studi di litologia si seguono tali classificazioni, dando generalmente la preferenza a quella basata su criteri desunti dalla composizione mineralogica, ma nessuna di esse, presa isolatamente, sarebbe sufficiente per lo studio geografico del terreno, e nel tempo stesso tutte queste classificazioni sono troppo complesse e minute per gli studi geografici, nei quali si deve guardare solamente ai caratteri generali delle masse rocciose. Si è perciò che nella geografia converrà adottare una classificazione semplice e generica, nella quale si tenga conto di tutti quei caratteri, che possono maggiormente influire sull'aspetto delle rocce considerate nelle loro grandi masse.

In base a questo concetto le rocce possono anzitutto distinguersi in *rocce di emersione* (*endogene*) e *rocce di sedimento* (*esogene*).

---

(1) Per *terreno*, in senso geografico, intendasi la superficie della terra considerata nel complesso delle sue forme planimetriche ed altimetriche.

(2) Dicesi *minerale* una massa dotata di perfetta omogeneità di chimica composizione; *roccia* un grande accumulo di minerali presentante una certa uniformità di caratteri. Anche le rocce dette *semplici* non vengono così chiamate perchè costituite di un solo minerale, ma perchè nella loro costituzione un determinato minerale è in predominio sugli altri. Il carattere di roccia è perciò impartito ad una massa minerale non solo dalle sue dimensioni, ma anche dalla sua non perfetta omogeneità di costituzione.

Le prime si presentano generalmente in masse compatte, cristalline o vetrose e solo raramente, quando ridotte in detriti, sono disposte a strati; nella loro composizione predominano i silicati. Queste rocce possono considerarsi come il prodotto della cristallizzazione di materiali già fluidi o pastosi, quali probabilmente furono quelli originariamente costituenti la crosta terrestre e quali sono quelli tuttora eruttati dai vulcani. Fra queste rocce è però necessario lo stabilire alcune divisioni. Una parte di esse è indubbiamente il prodotto della eruzione dei vulcani, e queste possono chiamarsi *rocce vulcaniche.* Però, come vedremo a suo tempo, i prodotti delle eruzioni vulcaniche sono di due specie e cioè *compatti* e *detritici;* le rocce vulcaniche potranno perciò distinguersi in *compatte* e *detritiche.* Le prime (*basalte*, *trachite*, *lave*, ecc.) presentano struttura cristallina e vetrosa, sono cosparse di bolle e cavità ed appariscono spesso scoriacee. Le seconde sono rappresentate dalle sabbie e ceneri che il vulcano lancia dal suo cratere e dissemina talvolta a grandi distanze; in origine si presentano come materiali incoerenti, ma col tempo e per mezzo dell'acqua e della pressione possono anche cementarsi e costituire i *tufi* e le *brecce vulcaniche.*

Oltre a queste rocce emersorie di non dubbia origine vulcanica, altre ne abbiamo di struttura cristallina marcatissima, ma non vetrose e mancanti di quelle bolle e cavità interne caratterizzanti le lave. Tali sarebbero ad esempio il *granito*, la *sienite*, i *porfidi*, ecc. Queste rocce sono da alcuni naturalisti considerate come il prodotto di una completa trasformazione delle rocce sedimentarie, per effetto di fenomeni posteriori alla loro formazione (*metamorfismo*). Altri naturalisti invece le considerano come il prodotto di effusioni sotterranee o sottomarine di materiali, nelle quali la pressione degli strati superiori o dell'acqua sovrastante avrebbe impedito la formazione di cavernosità interne ed avrebbe conferito alle rocce una maggiore compattezza (1); tali rocce vengono da essi chiamate *plutoniche*, per distinguerle dalle vulcaniche propriamente dette.

La seconda classe di rocce è costituita da quelle di *sedimento*. Esse sono caratterizzate dalla disposizione a strati e dalla esistenza fra questi strati di residui fossili di organismi viventi all'epoca della loro formazione. Presentano per lo più struttura arenacea (*sabbia*, *ghiaia*), o cementata (*conglomerati*, *puddinghe*, *brecce*), o terrosa (*argille*, *marne*). Sono costituite principalmente di materiali silicei,

(1) In questa disparità di opinioni si ha un eco della lunga disputa fra le scuole dei *nettunisti* e dei *plutonisti*, di cui si parlerà più innanzi, che attribuivano la formazione di tutte le rocce, in modo esclusivo, rispettivamente all'acqua ed al fuoco.

calcarei, argillosi o carboniferi, e dal predominio di uno di questi materiàli prendono nome di: rocce silicee (*arenarie*, *molassa*, *macigno*, ecc.); di rocce calcari (*calcari comuni*, *calcari marnosi*, *tufi calcari*, ecc.); di rocce argillose (*argille* e *marne*); di rocce carbonifere (*torba*, *lignite*, ecc.). Anche in questa classe delle rocce sedimentarie è però necessario fare alcune distinzioni generali. Esse possono essere costituite di elementi minerali o di reliquie di animali o di piante; le prime chiamansi *minerogene*, le seconde *biogene* od *organiche*. Le minerogene derivano da azioni meccaniche di disgregazione di rocce preesistenti, e quindi di deposito (*argille*, *marne*, *arenarie*, ecc.), o risultano dal deposito prodottosi per effetto di reazioni chimiche e fisiche fra i materiali disciolti nelle acque (*tufi calcari*, *travertini*, *gesso*, ecc.). Le organiche derivano invece da accumuli di reliquie di animali o di vegetali e diconsi nel primo caso *zoogene* (*calcari madreporici*), nel secondo caso *fitogene* (*combustibili fossili*).

Fra queste due grandi classi di rocce d'emersione e rocce di sedimento abbiamo una serie di varietà, che presentano in diversa misura i caratteri dell'una e dell'altra specie. Tali varietà risultano da un lungo e lento lavoro, che ha principio nella sedimentazione e termina nella cristallizzazione, e questo lavoro, del quale discorreremo più innanzi, dicesi *metamorfismo*. Per effetto di questo lavoro le rocce di sedimento vanno gradatamente perdendo i loro caratteri per assumere sempre più quelli delle rocce emersorie, ed in questi loro stadi di trasformazione prendono il nome di *rocce metamorfiche*. Così, per esempio, il *calcare terroso* si trasforma successivamente in *tenero*, *compatto* ed infine in *cristallino*.

La esposta classificazione può riassumersi nello specchio che riportiamo nella pagina seguente.

A complemento di tale classificazione è necessario, per chi già non possegga cognizioni di litologia, il procedere al pratico esame delle rocce. Per tale studio si potrà con profitto ricorrere ad uno dei testi segnati in nota (1); ma a renderlo ancora più facile si danno in appendice alcuni cenni sommari descrittivi delle principali rocce di ogni classe, raggruppati intorno a pochi tipi, tenendo anche conto delle regioni per noi più interessanti.

3. Giacitura delle rocce. — La giacitura delle rocce, ossia la disposizione assunta dai materiali rocciosi, è uno dei fatti maggiormente

---

(1) Bombicci, *Corso di mineralogia*. Bologna 1873 (Vol. I, pag. 420 e seg.).

Baretti, *Elementi di mineralogia, litologia e geologia*. Torino 1893 (Vol. I, pag. 376 e seg.).

Issel, *Compendio di geologia*. Torino 1896 (Parte I, pag. 381 e seg.).

Origine	Natura dei materiali			Giacitura	Tipi	Modificazioni (Metamorfismo)
I. Rocce di emersione (endogene)	minerali	vulcanici	compatti	massiccia	*lave, basalti*	—
			detritici	parzialmente stratificata	*ceneri e tufi vulcanici*	— —
		plutonici		massiccia	*graniti*	—
II. Rocce di sedimento (esogene)	minerali			stratificata	*conglomerati*	*puddinghe*
					arenarie	*gneiss* (?)
					argille	*scisti*
	organismi	animali			*calcari*	*marmi*
		vegetali			*litantraci*	*antraciti*
III. Rocce metamorfiche (modificate)						

influenti sulle forme del terreno. Il suo studio forma oggetto di quella parte della geologia che dicesi *stratigrafia*, benchè in tale parte non si considerino solamente le rocce disposte a strati, ma anche quelle con giacitura massiccia. Per gli studi geografici basta conoscere le principali disposizioni che le masse rocciose possono presentare.

Tali disposizioni differiscono essenzialmente a seconda che trattasi di rocce sedimentarie o di rocce emersorie.

Le rocce sedimentarie sono disposte a strati, che possono essere più o meno orizzontali ed avere andamento più o meno rettilineo, dipendentemente dall'inclinazione o dalle accidentalità del fondo sul quale si depositarono (fig. 1), dal fatto che le correnti depositanti abbandonano i materiali in ordine decrescente di peso e quindi di volume, ed anche per effetto di dislocazioni posteriormente subìte.

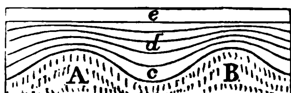


Fig. 1. — Sedimentazione su fondo disuguale (Lyell).

In una massa rocciosa stratificata gli strati possono essere fra di loro sensibilmente paralleli, oppure no. Nel primo caso si avrà la *stratificazione concordante* (fig. 2), la quale dinota che durante la formazione degli strati non avvennero dislocazioni nell'area di deposi-



Fig. 2. — Stratificazione concordante (Lyell). (La disposizione degli strati osservata alle testate appare orizzontale, mentre è inclinata sull'orizzonte).

zione, oppure che a formazione compiuta gli strati vennero uniformemente ed intieramente spostati. Nel secondo caso si avrà la *stratificazione discordante*, che generalmente dipende da dislocazioni del suolo, per cui gli strati depositatisi successivamente ad uno spostamento non poterono più disporsi parallelamente ai precedenti.

Talvolta la discordanza è rappresentata da strati appoggiantisi ad altri diversamente inclinati; ciò indica che contro una massa stratificata, già dislocata od emersa, vennero successivamente depositandosi nuovi strati (fig. 3). In altri casi invece gli strati discordanti si presentano sovrapposti; tale discordanza è dovuta al fatto che un sistema di strati dislocato ed emerso, fu di nuovo coperto dal mare, e sulle testate denudate degli antichi strati si depositarono i nuovi (fig. 4).

Intermedia fra la stratificazione concordante e la discordante è la *stratificazione trasgressiva*, nella quale gli strati hanno direzione comune, ma diversa inclinazione; essa si verifica quando, durante la sedimentazione, si effettuarono lenti spostamenti del suolo nello stesso senso.

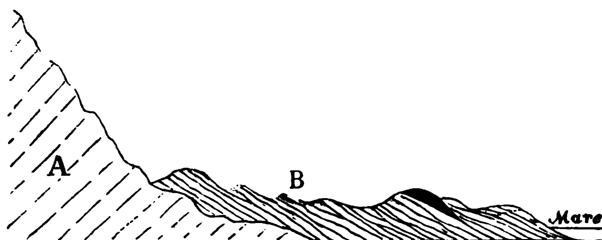


Fig. 3. — Stratificazione discordante (Lyell) — Sezione del Monte Calvo presso Nizza. A. Terreni secondari. — B. Terreni terziari.



Fig. 4. — Stratificazione discordante con sovrapposizione di strati (Neumayr).

In natura raramente gli strati di una massa rocciosa presentansi disposti orizzontalmente, per lo più sono inclinati e talvolta, specialmente per effetto di azioni dislocatrici, assumono inclinazioni accostantisi alla verticale.

L'azione delle forze di dislocazione, manifestantesi per pressioni laterali sopra rocce dotate di una relativa plasticità, dà luogo al piegamento ed alla contorsione dei loro strati, cosicchè le masse

rocciose stratificate, specialmente nelle regioni montuose, si presentano spesso foggiate a pieghe più o meno regolari.

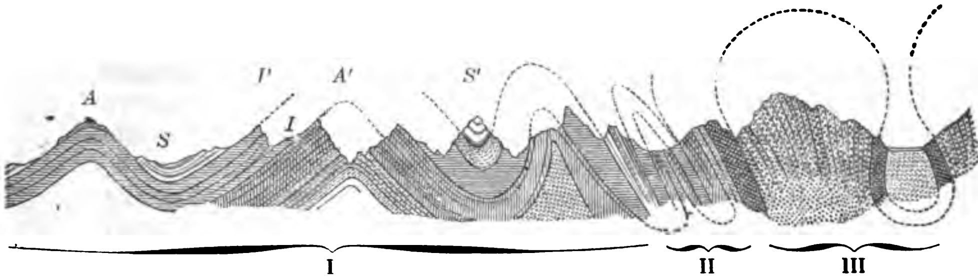


Fig. 5. — Tipi di pieghe (Heim).

Le principali disposizioni che assumono le pieghe sono rappresentate nella fig. 5 e la loro terminologia può così riassumersi:

Piano assiale delle pieghe: il piano di simmetria delle pieghe.

Fianchi, *pendìi* o *gambe delle pieghe:* le parti opposte degli strati formanti l'angolo diedro delle pieghe.

I — *Pieghe normali* o *simmetriche:* pieghe a piano assiale verticale.

A — *Anticlinale* (1): piega rappresentata da una curva convessa verso l'alto.

S — *Sinclinale* (2): piega rappresentata da una curva concava verso l'alto.

A' — *Anticlinale spezzata od erosa.*

S' — *Sinclinale erosa.*

I — *Isoclinale* (3): piega nella quale i fianchi hanno la stessa inclinazione.

II — *Pieghe oblique* o *asimmetriche:* pieghe a piano assiale obliquo.

III — *Pieghe a ventaglio:* pieghe nelle quali, per effetto di forti pressioni, i fianchi furono costretti ad accostarsi nei punti compressi, e quindi a divergere verso l'alto nell'anticlinale, ed in basso nella sinclinale. La forte compressione dei fianchi può determinare la lacerazione della piega.

Le anticlinali corrispondono generalmente alle creste, le sinclinali alle valli; colle anticlinali spezzate od erose si possono avere

---

(1) *Anticlinale* = inclinato in senso opposto
(2) *Sinclinale* = inclinato nello stesso senso
(3) *Isoclinale* = inclinato egualmente

} dal greco *clino* = inclino e { *anti* = contrario. *sin* = insieme. *isos* = eguale.

valli anticlinali *A'* e colle sinclinali erose, creste sinclinali *S'*. Nelle pieghe isoclinali si hanno creste isoclinali *I'* e valli isoclinali *I* (1).

In tutti questi piegamenti ed in genere sotto l'azione delle forze di dislocazione, le masse rocciose, essendo costituite da materiali dotati solamente di una limitata plasticità, si spezzano e si formano così soluzioni di continuità, che vengono denominate *litoclasi* (2). Fra le diverse forme di litoclasi interessano a noi specialmente quelle nelle quali la frattura è accompagnata da spostamento delle parti, per cui la massa rocciosa assume una speciale disposizione alla quale si dà il nome di *rigetto*, *salto*, o *faglia* (dal fr. *faille*). I rigetti diconsi *semplici* (fig. 6, A), *doppi*, o *multipli* (fig. 6, B), a seconda del numero dei piani di frattura. Nella formazione dei rigetti, alla massa rimasta immobile in mezzo allo sprofondamento del terreno circostante, i geologi tedeschi danno il nome di *Horst* (3) (fig. 6, C). Le zone abbassatesi, in seguito allo scivolamento delle masse lungo i piani di frattura, chiamansi *aree* o *zone di sprofondamento* (fig. 6, D).

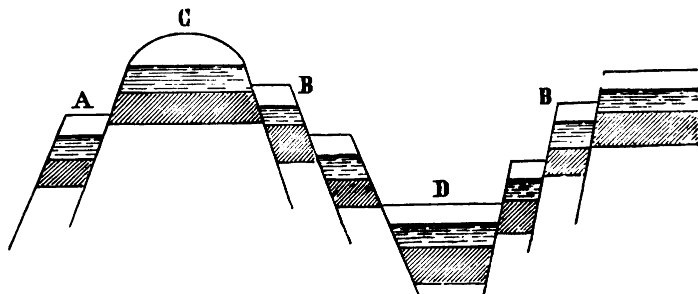


Fig. 6. — Tipi schematici di rigetti.

Assai più semplice è la giacitura delle rocce emersorie. Esse si presentano talvolta in grandi masse costituenti per lo più le parti culminanti dei rilievi e sporgenti a guisa d'enormi bottoni attraverso

---

(1) Vedere per particolari E. DE MARGERIE et A. HEIM, *Les dislocations de l'écorce terrestre. Essai de définition et nomenclature.* Zurich 1888.

(2) Dal greco *lithos* = pietra e *clao* = rompo. Questo termine generico, proposto dal DAUBRÉE (*Études synthétiques de géologie expérimentale*, Paris 1889), opportunamente modificato, serve ad indicare le diverse forme di litoclasi; così ad esempio chiamansi *diaclasi* le fratture senza spostamento, *paraclasi* le fratture con spostamento, ecc.

(3) *Horst* viene da alcuni autori italiani tradotto coi termini di *massiccio*, *muraglia*, *spuntone* (VINASSA DE REGNY nella traduzione dell'opera dal SUESS, *L'aspetto della terra*, Pisa 1894; vedasi la nota al capitolo III della parte prima), da altri col vocabolo *pilastro* (PASANISI, *Testo di geografia*. Roma 1897).

il mantello delle rocce sovrastanti. Quando tali masse hanno grande estensione e forma allungata sono da alcuni autori designate col nome di *elissoidi* (1); tale denominazione si può, per esempio, applicare alle masse gneissiche e granitiche del Monte Rosa, Monte Bianco, Gran Paradiso, Mercantour, ecc. (2).

Altre volte, e più specialmente nel caso di porfidi, basalti, trachiti e di lave in genere, si hanno forme di intrusione, che prendono il nome di *filoni*, *vene*, *dicchi*, ecc.; oppure forme di emersione, che designansi coi termini di *domi*, *cupole*, *coni*, ecc.; od anche forme di espansione, che chiamansi *colate* od *espandimenti.*

I filoni sono iniezioni di rocce emersorie nella massa di rocce preesistenti; quando tali iniezioni sono molto sottili chiamansi preferibilmente vene.

I dicchi sono iniezioni sporgenti a guisa di muro, per effetto della distruzione delle rocce incassanti (fig. 7).



Fig. 7. — Dicchi di lava nel tufo dell'Etna (Sartorius von Waltershausen).

I domi e le cupole sono ammassi a forma di campana, coi quali terminano generalmente i filoni.

Le forme a cono sono proprie delle rocce vulcaniche, le quali, come vedremo più innanzi, disponendosi con una certa regolarità attorno al cratere d'eruzione, danno luogo a rilievi aventi tale configurazione.

Le colate sono costituite da masse rocciose, in origine fluide o pastose, riversatesi lungo i fianchi del monte vulcanico; quando le colate assumono grande estensione e dilagano nel piano, ricolmandone le cavità, diconsi più propriamente espandimenti. Le colate di

---

(1) Il termine *elissoide* serve per indicare una formazione rocciosa a configurazione elissoidica ed a caratteri ben definiti e differenti dalle circostanti. Generalmente è termine proprio delle masse di rocce emersorie, ma può applicarsi anche a masse di rocce sedimentarie, quando gli strati dispongonsi attorno ad un rilievo, centrale per il loro sistema, come successivi rivestimenti.

(2) Vedansi esempi di elissoidi nel lavoro del DIENER, *Gebirgsbau der Westalpen*, Wien 1891. Nello schizzo a pagina 177 sono indicati i principali elissoidi (*Centralkerne*) delle Alpi occidentali.

rocce basaltiche, e talvolta anche quelle di rocce trachitiche, si trasformano in masse colonnari prismatiche (figg. 8 e 9), per effetto di un fenomeno di contrazione, cui vanno soggette le rocce anzidette nel raffreddarsi, il qual fenomeno chiamasi *basaltizzazione*.

4. Terreni geologici. — Le masse rocciose presentanti una relativa omogeneità di caratteri genetici, mineralogici, morfologici, ecc. per una certa estensione e per una certa profondità (*potenza*), prendono in geologia il nome di *terreni*.

La geologia, in quella sua parte che dicesi *geologia storica*, studia la cronologia dei terreni, ossia la loro età relativa.

Tale studio è basato su *criteri stratigrafici* (sovrapposizione de terreni più recenti ai più antichi), su *criteri petrografici* o *litologici* (corrispondenza fra natura mineralogica dei terreni ed epoca della loro formazione) e su *criteri paleontologici* (corrispondenza fra i fossili e le epoche di formazione dei terreni). I primi servono a rintracciare l'ordine originario di successione degli strati; i secondi permettono di ricostrurre i fatti della storia della terra, quali le emersioni e sommersioni di continenti, le espansioni glaciali, le eruzioni vulcaniche, ecc.; gli ultimi valgono a ben distinguere e circoscrivere l'età dei terreni sedimentari. I criteri paleontologici sono senza confronto quelli che forniscono i più sicuri argomenti per stabilire la classificazione cronologica dei terreni; ma essi non sono sempre estensibili ai terreni metamorfici, nei quali le tracce dei fossili sono spesso scomparse, e non possono mai applicarsi agli eruttivi, mancanti di fossili. È perciò necessario ricorrere all'adozione simultanea delle tre specie di criteri, e, fissata la cronologia dei terreni sedimentari, riferire ad essa quella degli altri terreni, tenendo conto della loro posizione rispetto ai terreni sedimentari, coi quali si trovano connessi o che attraversano.

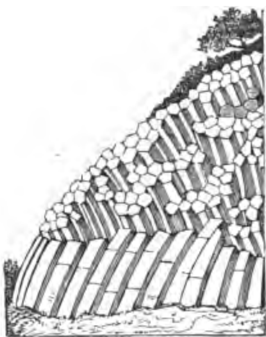


Fig. 8. — Basalte colonnare del Vicentino (Fortis).

Colla scorta degli ora detti criteri si addivenne infatti ad una classificazione cronologica dei terreni sedimentari in *ere*, *periodi*, *epoche*, *età*, ecc., rispetto al tempo; in *gruppi*, *sistemi*, *serie*, *piani*, ecc., rispetto alle masse; ed a tale classificazione si riferirono i terreni emersori. La nozione sommaria di questa classificazione è necessaria negli studi geografici per poter ben comprendere quanto riflette l'origine delle forme del terreno, e perciò essa, ridotta alla sua più semplice espressione, viene esposta nel quadro a pag. 46. La terminologia adottata in questa esposizione è quella del nostro Comitato geologico;

ma a facilitare l'interpretazione delle opere di geologia, specialmente straniere, sono stati notati fra parentesi alcuni termini usati nelle altre più accreditate classificazioni. Per render poi più concreta l'esposta classificazione, si sono indicate le principali rocce corrispondenti ad ogni era nei paesi della media Europa.



Fig. 9. — Trachite quarzosa divisa in colonne. Montagne Rocciose nell'America Settentrionale (Clarence King).

Una completa illustrazione del quadro sinottico della cronologia dei terreni uscirebbe dai limiti di un corso di geografia, si danno qui perciò solo alcuni cenni spiegativi occorrenti per l'interpretazione dei termini compresi nel quadro stesso, rimandando per lo studio di tali argomenti specialmente ai libri di autori italiani indicati in nota (1).

Anzitutto è opportuno il premettere che la divisione del tempo in

(1) Stoppani, *Corso di geologia*, Milano 1873 (Vol. II, *Geologia stratigrafica*). Bombicci, *Corso di geologia e fisica terrestre.* Bologna 1881.
Baretti-Virgilio, *Lezioni di geologia*, Torino 1884 (Parte II, *Studio del passato*).
Issel, *Compendio di geologia*, Torino 1897 (Parte II).

TERRENI SEDIMENTARI			TERRENI EMERSORI
Ere (Gruppi di terreni)	Periodi (Sistemi di terreni)	Rocce	Rocce
Arcaica (Indeterminata, Preprimaria, Prepaleozoica, Protozoica, Azoica)	1°) Gneiss e graniti (Laurenziano) 2°) Scisti cristallini (Huroniano) 3°) Filladi	*Gneiss — Scisti cristallini — Grafite — Antracite.*	*Rocce granitiche*
Paleozoica (Primaria)	1°) Cambriano 2°) Siluriano 3°) Devoniano 4°) Carbonifero 5°) Permiano	*Scisti, arenarie e calcari cristallini — Carboni fossili.*	*Rocce granitiche* *Rocce porfiriche*
Secondaria (Mesozoica)	1°) Triasico 2°) Giurassico 3°) Cretaceo	*Arenarie variegate — Calcari di ogni specie — Dolomia — Carboni fossili — Salgemma — Gesso.*	*Rocce granitiche* *Rocce porfiriche* *Rocce serpentinose*
Terziaria (Cenozoica)	1°) Eocenico 2°) Oligocenico 3°) Miocenico 4°) Pliocenico	*Arenarie, marne ed argille generalmente non compatte — Lignite — Zolfo.*	*Rocce serpentinose* *Rocce vulcaniche antiche*
Quaternaria (Antropozoica, Neozoica)	1°) Antico (Diluviale, diluvio-glaciale)	*Alluvioni conglomerate preglaciali. Terreno erratico — Lignite — Zolfo.*	*Rocce vulcaniche antiche*
	2°) Recente (Alluviale, alluvionale)	*Alluvioni sciolte — Torba.*	*Rocce vulcaniche recenti*

ere e periodi, adottata nella classificazione cronologica del quadro, è fatta in base alle manifestazioni della vita organica, procedente con sviluppo progressivo dalle forme più rudimentali alle più complesse, a capo delle quali sta l'uomo. Tale divisione del tempo in ere e periodi non può essere recisa, come in qualsiasi fatto naturale svolgentesi con nesso non interrotto di cause ed effetti; ogni era ed ogni periodo è caratterizzato da speciali impronte della vita, ma queste sono

collegate da una serie di lente trasformazioni, per cui gradatamente si passa dall'uno all'altro modo di essere.

Ciò premesso, i cenni spiegativi dell'esposta classificazione possono così riassumersi:

Era arcaica. — Alla base della massa stratificata vi sono i terreni dove mancano fossili od almeno fossili decifrabili. L'era corrispondente a tali terreni è detta *azoica* (senza vita) per il non ben accertato sviluppo di una vita organica quale noi intendiamo; però si hanno alcuni accenni dubbiosi a questa vita, quali sarebbero gli ammassi di grafite ed una specie di grande foraminifera, trovata per la prima volta nel Canadà, e detta *eozon* (aurora della vita) *canadense*. Tale era viene perciò preferibilmente chiamata *arcaica* (primitiva), *indeterminata*, *preprimaria*, *prepaleozoica* (precedente la vita antica) *protozoica* (prima vita). I terreni di detta era sono costituiti da rocce *primitive* (*graniti*, *gneiss*, *scisti cristallini*, ecc.), e, secondo la divisione adottata, corrispondono ai tre periodi: dei *graniti* e *gneiss*, degli *scisti cristallini* e delle *filladi* (*scisti argillosi metamorfici*), così chiamati dal predominio di una delle classi di tali rocce nei terreni dei tre periodi. I geologi americani hanno invece proposto, e molti seguono, la divisione dell'era nei due periodi: *laurenziano* ed *huroniano*, dal fiume San Lorenzo e dal lago di Huron, presso i quali sono molto sviluppati i terreni corrispondenti ai due periodi.

Era paleozoica. — In quest'era abbiamo le prime ben accertate manifestazioni della vita, anzitutto nella fauna del mare, ricoprente quasi tutto il globo, quindi sulle terre successivamente emergenti, che per l'influenza di un'atmosfera ricca di acido carbonico e di un clima caldo ed umido, si rivestono di vegetazione lussureggiante. Lo svilupparsi della vita vegetale, sottraendo alla atmosfera l'anidride carbonica, la rende respirabile, e sulla terra si manifesta anche la vita animale, rappresentata dai primi rettili. Da tutto ciò le denominazioni per quest'era di *paleozoica* (vita antica) o *primaria*. Essa viene divisa in cinque periodi:

1°) *Cambriano*, dallo sviluppo dei terreni corrispondenti nell'antica Cambria (attuale paese di Galles);

2°) *Siluriano*, per ragione analoga, nel paese abitato dagli antichi Celti Siluri (attuale Shropshire);

3°) *Devoniano*, per ragione analoga, nel Devonshire;

4°) *Carbonifero*, per i ricchissimi depositi carboniferi nei terreni di questo periodo;

5°) *Permiano*, dallo sviluppo dei terreni corrispondenti nella provincia di Perm in Russia.

Era secondaria. — L'era secondaria è caratterizzata da grandi manifestazioni nella fauna marina, accennanti ad un predominio del

mare, dal che consegue un grande sviluppo di depositi calcari. Verso il finire di quest'era emergono qua e là alcuni lembi di terra, primi embrioni dei continenti attuali. Si moltiplicano i rettili, appaiono gli uccelli con caratteri comuni a quelli dei rettili e si hanno le tracce dei primi mammiferi. Quest'era viene perciò anche detta *mesozoica* (vita di mezzo), denominazione alludente alla transizione tra la vita antica e la recente. Essa dividesi in tre periodi:

1°) *Trias*, perchè suddivisibile in tre epoche corrispondenti a tre serie di terreni con caratteri litologici diversi: *inferiore* (predominio di arenarie), *media* (predominio di calcari), *superiore* (predominio di marne);

2°) *Giurassico* o *Giurese* o *Giura*, dalla regione del Giura, ove sono molto sviluppati i terreni calcari di questo periodo; è distinto in tre epoche: *infralias* (inferiore al *lias*), terreno di transizione fra il triassico ed il giurassico; *lias*, dal nome dato in Inghilterra al calcare caratteristico di quest'epoca; *oolite*, dalla struttura oolitica del calcare corrispondente a quest'epoca;

3°) *Cretaceo*, da creta, nome del calcare bianco terroso, che caratterizza i terreni di questo periodo.

Era terziaria. — Col disegnarsi dei rilievi continentali, il clima, che nelle ere passate era stato molto caldo ed uniforme su tutta la terra, va gradatamente differenziandosi, per cui vanno specificandosi la vita animale e la vegetazione; si passa cioè dall'universalizzazione all'accantonamento delle faune e delle flore. La vita animale e vegetale viene quindi nell'*era terziaria* assumendo caratteri analoghi a quelli della presente, e quest'era fu perciò anche detta *cenozoica* (vita recente). Essa dividesi in quattro periodi, indicanti colle loro denominazioni il successivo accostarsi alle attuali condizioni di vita:

1°) *Eocenico* (aurora del recente), detto anche *nummolitico*, dai fossili caratteristici dei terreni di questo periodo (*nummolite* = pietra moneta);

2°) *Oligocenico* (poco recente), suddivisione da non tutti ammessa e compresa nella precedente;

3°) *Miocenico* (meno recente);

4°) *Pliocenico* (più recente), detto anche *subappenninico*, perchè corrispondente ai terreni stendentisi lungo l'Appennino.

Era quaternaria. — Un grande innalzamento di terre verificatosi in sul finire dell'era terziaria ed un aumento nelle precipitazioni atmosferiche accentua all'aprirsi dell'*era quaternaria* l'azione delle correnti terrestri, ed avviene così un abbondante trasporto di materiali d'ogni genere al mare e nei bacini fluviali (*formazioni diluviali*). Il continuo crescere delle precipitazioni sulle alte montagne, producendo grande accumulo di nevi, dà luogo all'estendersi dei ghiacciai su gran parte

dei continenti appena formatisi e ad un conseguente sviluppo di *formazioni glaciali.* Successivamente i ghiacciai si ritirano e le fiumane provenienti dal loro disgelo, mentre scavano le valli e sistemano i loro alvei in esse e nelle formazioni diluviali e glaciali terrazzandole, rimaneggiano e trasportano i materiali delle formazioni precedenti e li depositano in *alluvioni.* In quest'era la flora e la fauna vanno gradatamente trasformandosi nelle attuali e si hanno i primi indizi ben accertati della comparsa dell'uomo. Quest'era viene perciò denominata anche *neozoica* (nuova vita) od *antropozoica* (vita dell'uomo), e distinta in due periodi:

1° *Antico* o *Diluviale* o *Diluvio-glaciale,* perchè corrispondente alle formazioni diluviali ed alle formazioni glaciali. Alcuni vorrebbero chiamare questo periodo *vulcanico-glaciale,* per indicare la grande attività vulcanica, che in alcune regioni accompagnò l'aprirsi dell'era quaternaria.

2° *Recente* o *Alluviale* o *Alluvionale,* che comprende l'escavazione delle valli, il terrazzamento delle formazioni precedenti e la formazione dei depositi alluvionali. Tale periodo, tuttora in attività di proseguimento, corrispondendo, secondo la maggioranza dei geologi, alla comparsa dell'uomo, viene da questo punto di vista distinto nelle seguenti epoche:

A) *Epoca preistorica* o *epoca della pietra,* suddivisibile in:
a) *Età archeolitica* o *paleolitica* (pietra antica, appena disgrossata);
b) *Età neolitica* (pietra nuova, levigata).

B) *Epoca storica,* suddivisibile in:
a) *Età del bronzo;*
b) *Età del ferro.*

A complemento di questi cenni è opportuno il notare che la serie dei terreni testè indicata, non trovasi completa in alcun luogo della terra. Generalmente si hanno nelle diverse località interruzioni più o meno grandi nella serie dei terreni, il che dinota che nell'era o periodo corrispondenti a queste interruzioni, quei tratti della superficie terrestre erano emersi, e su di essi non poteva effettuarsi la sedimentazione. Oltre a ciò conviene osservare che per effetto dei ripetuti abbassamenti e sollevamenti e delle continue dislocazioni, più volte e con varia estensione e durata toccati ai diversi punti della superficie terrestre, anche i terreni geologici appartenenti ad uno stesso periodo non presentano sempre la stessa fisonomia geologica (*facies*), ma hanno nelle diverse località caratteri speciali loro propri.

L'annesso ***Abbozzo di carta geologica d'Italia*** **può servire a dare un'idea della distribuzione dei diversi terreni geologici nel nostro paese, avvertendo però che, per ragione di scala, alcuni terreni, appartenenti a diversi periodi di una stessa era, vennero rappresentati con una sola tinta.**

II. — LE FORME DEL TERRENO

A) Genesi delle forme del terreno.

1. Formazione e trasformazioni della terra. — **Il problema delle prime origini delle forme del terreno si riattacca a quello più generale della formazione della terra, per la di cui soluzione furono avanzate alcune ipotesi, fra le quali la ben nota *ipotesi cosmogonica* emessa dapprima dal Kant (1722-1804) (1), ripresa quindi dal Herschel (1735-1822) (2), sviluppata in seguito dal Laplace (1749-1827) (3) e recentemente modificata dal Faye (4). Ma a tali ipotesi non può con sicurezza appoggiarsi la scienza positiva, la quale deve limitare i propri studi a quanto si può direttamente osservare od indirettamente con sicurezza indurre. Come la scienza nella storia dell'uomo nulla può ancora asserire intorno alla sua prima origine e non risale perciò nel tempo oltre un certo limite, nè si basa che su documenti umani, per quanto largamente intesi, così essa scienza nella storia della terra nulla può ancora dirci di positivo intorno alla formazione del primo materiale solido, che ha dato col proprio sfacelo i primi detriti, e deve perciò limitarsi allo studio delle cause e degli effetti attuali, cercando da questo di indurre quanto è razionalmente possibile per spiegare le passate vicende del globo, ossia le successive trasformazioni cui andò soggetta la superficie della terra.**

Le teorie riflettenti tali trasformazioni, riattaccandosi alla suaccennata ipotesi relativa alla formazione della terra, ebbero per

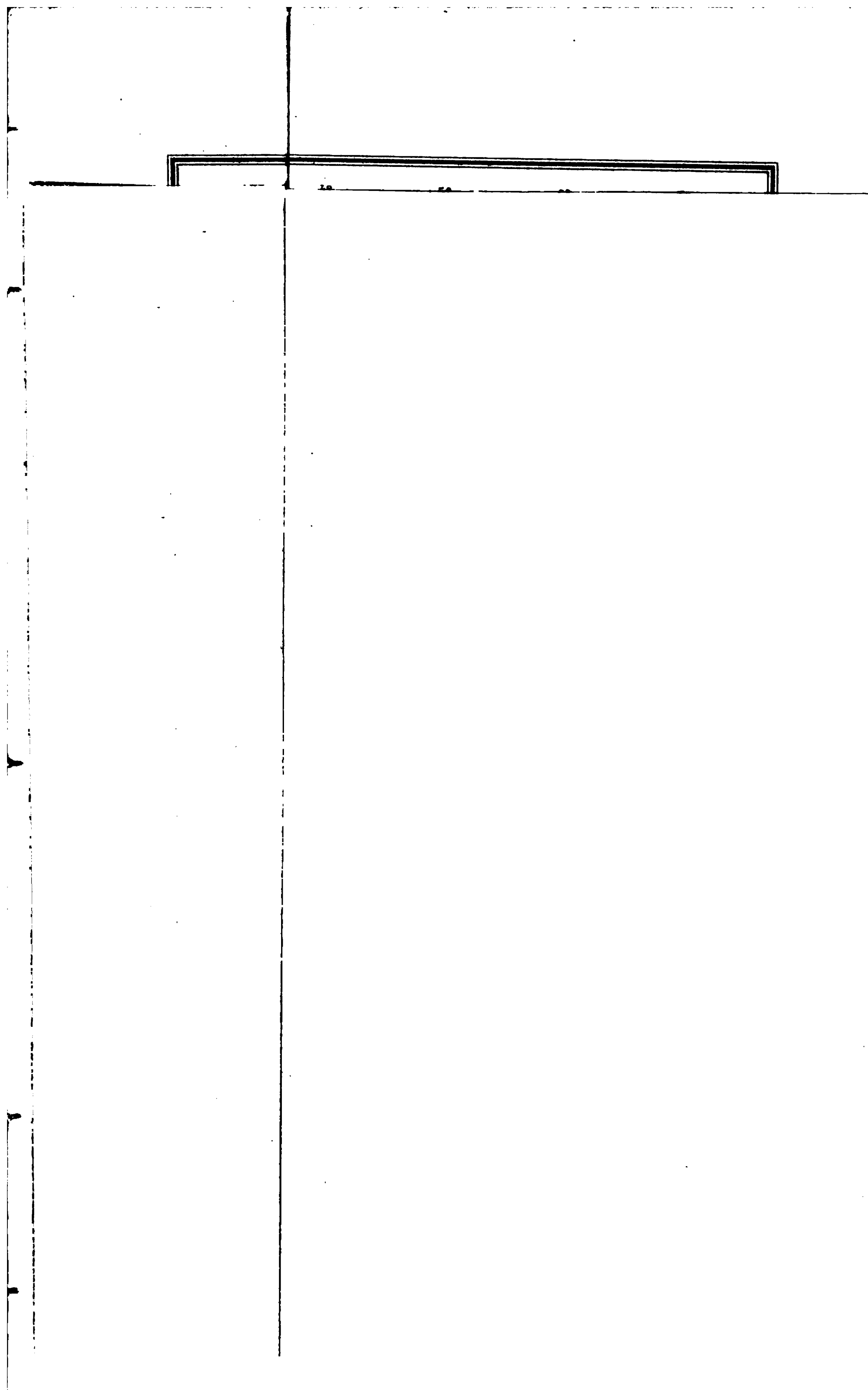
---

(1) Kant, *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels.* Königsberg 1755.

(2) Herschel scrisse numerose memorie di astronomia, che apparvero in massima parte nei *Philosophical Transactions* di quei tempi; per l'ipotesi cosmogonica interessano particolarmente le sue osservazioni sulla natura del sole (1801), e sulle nebulose e gruppi di stelle (1814).

(3) Laplace, *Exposition du système du monde. Considérations sur le système du monde et sur les progrès futurs de l'astronomie.* Paris 1796.

(4) Faye, *Sur l'origine du monde.* Paris 1895.



l'addietro la tendenza di voler spiegare i mutamenti della superficie terrestre mediante violenti e repentini sconvolgimenti, intervallati da periodi di quiete, donde la scuola detta delle *rivoluzioni del globo*, che contò fra i suoi più celebri discepoli, oltre il Laplace (1), il Buffon (1707-1788) (2), il Cuvier (1769-1832) (3), ed alla quale si accostò anche Élie de Beaumont (1798-1874) (4) col suo sistema orogenico, di cui ci occuperemo più innanzi. A questa si contrappose la teoria delle *evoluzioni del globo* o delle *cause attuali*, che adombrata fin nel principio del secolo scorso da alcuni filosofi e naturalisti italiani, fra i quali il Lazzaro Moro (5), ebbe nel nostro secolo il suo completo sviluppo, specialmente per opera del Lyell (1797-1875) (6) e del Darwin (1809-1882) (7). Tale teoria parte dal principio che, obbedendo i fenomeni della natura a leggi fisiche immutabili, la superficie della terra deve essersi trasformata per effetto di quelle medesime forze che tuttora lavorano a trasformarla; perciò da quanto avviene sotto i nostri occhi noi possiamo spiegarci quanto avvenne nelle età passate, solo col moltiplicare i piccoli effetti per il grande numero di secoli; non escludendo però che in alcuni periodi le stesse forze, oggidì modificanti la superficie della terra, possano avere agito con maggiore intensità, dipendentemente da speciali condizioni. Seguendo tale teoria, alle ipotetiche e violente rivoluzioni della scuola precedente, si viene a sostituire una ben constatata e graduale evoluzione di ogni parte dell'universo, che è una prova della vita tranquilla ed eterna della natura.

Lo studio delle trasformazioni della superficie terrestre, ossia della genesi delle forme del terreno, è oggetto di quella parte della geologia che dicesi *geologia dinamica*, *geodinamica* o *dinamica terrestre;* questo studio interessa però direttamente la geografia, dovendo essa, secondo il concetto più volte espresso, risalire alla genesi delle forme per aver ragione delle forme stesse e della loro distribuzione.

---

(1) LAPLACE, Op. cit.

(2) BUFFON, *Histoire naturelle.* Paris 1749-1788. Opera accompagnata da diverse appendici, fra le quali quelle intitolate: *Théorie de la terre. Epoques de la nature*, sviluppano la teoria delle rivoluzioni del globo.

(3) CUVIER, *Recherches sur les ossements fossiles, précédées d'un discours sur les révolutions du globe.* Paris 1812-1824.

(4) ÉLIE DE BEAUMONT, *Recherches sur quelques-unes des révolutions du globe.* Paris 1824.

IDEM, *Notices sur les systèmes des montagnes.* Paris 1852.

(5) LAZZARO MORO, *Sui crostacei ed altri corpi marini che si trovano sui monti*, 1740.

(6) LYELL, *Principles of Geology.* London 1830-33.

(7) DARWIN, *On the Origin of Species by means of natural Selection.* London 1859.

Lo studio della genesi delle forme si può opportunamente risolvere in quello dei fattori di tali forme, ossia delle forze che le produssero, poichè per farsi un'idea del modo come una forma siasi generata o successivamente trasformata, il miglior metodo è sempre quello di vedere come operarono le forze generatrici o trasformatrici.

Tali forze possono distinguersi in quelle che hanno la loro origine nell'interno della terra ed in quelle che si manifestano solo all'esterno; le prime possono designarsi colla denominazione di *forze interne* (*endogene*), le seconde con quella di *forze esterne* (*esogene*).

In massima si può dire che le forze interne sono quelle che generano le forme fondamentali del terreno, mediante la dislocazione delle sue varie parti, e che le forze esterne sono quelle che modificano tali forme col limarle, inciderle e plasmarle in mille modi diversi. Seguendo quindi il processo naturale, si esaminerà dapprima l'azione delle forze interne, quindi quelle delle forze esterne.

2. Azione delle forze interne. — Le forze interne, appunto perchè tali, sfuggono all'osservazione ed il loro studio deve quindi basarsi su induzioni fatte intorno ai fenomeni cui esse danno direttamente od indirettamente luogo all'esterno.

Osservando complessivamente tali fenomeni, si può arguire che le forze interne si riassumono in due: l'acqua delle grandi profondità ed il calore interno della terra.

L'esistenza dell'acqua a grandi profondità è provata dai fenomeni di vulcanismo, e la potente azione chimica e fisica, che essa può sviluppare in tali condizioni di temperatura e pressione, è dimostrata dalle numerose esperienze fatte al riguardo (1).

L'esistenza del calore proprio della terra, indipendente cioè dalla temperatura esterna, è pure un fatto constatato fino alle profondità esplorate, e per profondità maggiori arguito con sicure induzioni.

Ad una certa profondità dalla superficie della terra, profondità variabile secondo le latitudini e che alle nostre latitudini è di circa 25 metri, non si sentono più le influenze delle oscillazioni della temperatura esterna e si ha una temperatura costantemente uguale a quella media annua del luogo alla superficie. La zona situata a tale profondità chiamasi *zona a temperatura costante;* a partire da essa e discendendo a profondità maggiori si osserva che la temperatura va gradatamente aumentando, il che prova che tale aumento è indipendente dal calore solare ed è dovuto al calore proprio della terra. La profondità in metri corrispondente all'aumento di un grado di temperatura sotto la zona a temperatura costante chiamasi *grado geotermico*,

(1) DAUBRÉE, Op. cit.

e le linee riunenti i punti di eguale temperatura, rappresentanti col loro andamento la distribuzione del calore terrestre, diconsi *isogeoterme*. La legge determinante il grado geotermico non è peranco fissata, malgrado le numerose esperienze fatte al riguardo (1); si può tuttavia ritenere che in circostanze normali la sua media oscilli fra 30 e 32 metri.

Per profondità maggiori a quelle esplorate, le quali non hanno fino ad oggi superato i 2000 metri, non si hanno dati sperimentali; ma si può, per mezzo delle acque termali e delle lave aventi temperature elevatissime, indurre che il calore proprio della terra vada aumentando almeno fino ai focolari vulcanici.

In ordine alle condizioni geotermiche grandissima è la differenza fra due punti situati ad eguale livello, ossia ad eguale distanza dal centro della terra, di cui l'uno si trovi sotto un rilievo montuoso e l'altro sotto un bacino marino.

« Affine di rendere più istruttivo il raffronto, consideriamo la « regione corrispondente alle massime profondità oceaniche, 8500 m. « Avremo in un punto del fondo marino una temperatura prossima « a 0°, ciò conformemente alla distribuzione del calorico nelle acque. « Osserviamo invece, allo stesso livello di circa 8500 m. sotto il « livello del mare, un altro punto, che potrà essere più o meno lon- « tano, sottoposto ad una delle più sublimi vette conosciute, alta cioè « 8500 m. In questo punto, il quale si troverà in conseguenza a « 17,000 m. sotto la superficie, per effetto del grado geotermico, la « temperatura sarà superiore a 500°. Orbene, siccome una tale tem- « peratura deve produrre un rammollimento nelle rocce, sotto il « monte avremo necessariamente un'area di minor resistenza, e sotto « l'oceano condizioni affatto diverse » (2).

Più innanzi vedremo come sifatto principio possa essere invocato per spiegare il fenomeno delle lente oscillazioni del suolo.

Come conclusione a questi cenni possiamo dire che, se l'esistenza del calore terrestre è ormai ammessa da tutti gli scienziati, tuttora insoluta è la questione riflettente la causa di questa sorgente calorifica. Alcuni, riattaccandosi all'ipotesi del Laplace, opinano essere il calore proprio della terra il residuo del calore iniziale da essa posseduto nel suo periodo di fusione, precedente quello del suo superficiale consolidamento; altri tendono invece a spiegare l'origine di tale calore colle energie meccaniche, fisiche e chimiche che si sviluppano

---

(1) Nel *Bollettino dell'Associazione meteorologica italiana*, Serie II, Vol. IV 1884, N. 5 (v. pag. 75), trovasi una tabella indicante per numerose località le profondità esplorate ed il relativo grado geotermico.

(2) ISSEL, *Compendio di geologia*, già cit. (cnfr. pag. 24 della Parte I).

nell'interno della terra, specialmente per opera dell'acqua circolante alle grandi profondità, e che danno luogo a mutamenti nei materiali interni, compresi sotto la denominazione di metamorfismo, e con essi a sviluppo di calore. La natura dei nostri studi non ci permette di soffermarci a discutere tali ipotesi e ci induce ad arrestarci a quanto non esce dal dominio dei fatti, i quali sono qui rappresentati dall'esistenza del calore proprio della terra e dal suo aumento colla profondità, non che dalla circolazione delle acque nelle viscere della terra con energie meccaniche, fisiche e chimiche diverse dalle normali.

Questi due fatti sono l'uno all'altro intimamente legati, poichè l'acqua senza il calore non può sviluppare speciali energie e lo sviluppo di queste energie si traduce in aumento di calore; lo studio di tali fatti non potrebbe perciò effettuarsi separatamente; sarà invece necessario il considerarli complessivamente nelle loro manifestazioni, ossia nei fenomeni cui danno luogo. Tali fenomeni possono essere così raggruppati:

1° Fenomeni per cui parte dei materiali costituenti il terreno mutano struttura fisica o composizione chimica, ossia *Fenomeni di metamorfismo;*

2° Fenomeni per cui parte dei materiali costituenti il terreno dall'interno della terra sono portati all'esterno, ossia *Fenomeni di vulcanismo;*

3° Fenomeni per cui le parti costituenti il terreno mutano per un istante o per tempi relativamente lunghi la loro posizione, e li chiameremo *Fenomeni sismici*, dalla parola greca *seimos*, che significa *moto.*

3. Fenomeni di metamorfismo. — Dicesi metamorfismo quel complesso di cause per cui una roccia posteriormente alla sua formazione subisce una trasformazione nella sua struttura fisica o nella sua composizione chimica.

Il metamorfismo si manifesta embrionalmente alla superficie della terra od a poca profondità, specialmente per opera dell'acqua, che cementa, consolida, dissolve o decompone le rocce, e questo chiamasi *metamorfismo esterno* (*esogeno*); ma nelle rocce profonde si effettua una serie di maggiori e ben più intense trasformazioni fisiche e chimiche, le quali costituiscono il così detto *metamorfismo interno* (*endogeno*).

Varie sono le cause del metamorfismo interno e le principali possono riassumersi nella pressione esercitata dagli strati superiori, nel calore interno della terra, nell'acqua di sotterranea circolazione e nel contatto con rocce eruttive.

Per effetto di tali cause le rocce sedimentarie tendono ad assumere una maggior compattezza e struttura sempre più cristallina, si formano nuovi minerali cristallizzati, si cancellano le linee ed i piani

della primitiva stratificazione e scompaiono le vestigia dei residui organici, ossia i fossili.

Il metamorfismo aumenta col crescere della profondità, cosicchè partendo dalle sabbie, dalle ghiaie, dai detriti di attuale formazione si passa per una serie di trasformazioni alle rocce in istato di ignea fusione, pronte ad erompere attraverso gli strati sovrapposti. Su queste considerazioni è basata la *teoria della circolazione delle rocce* di Hutton (1), mediante la quale si dimostra il continuo passaggio dei materiali terrestri dalla superficie alle profondità della terra per sovrapposizione, e da queste a quella per emersione, venendosi così a stabilire una serie di cicli costituenti col loro complesso la storia della terra.

I fenomeni di metamorfismo interessano gli studi geografici per gli effetti che il mutamento nella struttura e composizione delle rocce possono avere sui caratteri geografici, ma più ancora per il fatto che tali fenomeni possono concorrere alla spiegazione delle teorie relative alla formazione dei rilievi terrestri, come si vedrà più avanti.

4. Fenomeni di vulcanismo. — Il complesso dei fenomeni di trasporto di materiali dall'interno all'esterno della terra prende nome di *vulcanismo*, e tra questi fenomeni importantissimo è quello delle *eruzioni vulcaniche*. Le squarciature del suolo per mezzo delle quali esse si effettuano, ossia le squarciature attraverso le quali i materiali erompono dall'interno all'esterno diconsi *vulcani*. Generalmente però il vulcano è rappresentato da un rilievo, ed è sotto questo rispetto ch'esso interessa specialmente gli studi geografici riflettenti le forme del terreno.

Lo studio delle forme dei rilievi vulcanici emerge chiaramente dal loro processo di formazione. Tale processo fu per l'addietro spiegato mediante la *teoria dei crateri di sollevamento*, sviluppata specialmente dal von Buch (2), dal Humboldt (3), dal Dufrenoy (4) e da Élie de Beaumont (5), e secondo la quale, per effetto della pressione

---

(1) HUTTON'S *Theory of the Earth*. London 1795.

(2) v. BUCH, *Ueber die Zusammensetzung der basaltischen Inseln und über Erhebungskratere*. Abh. phys. Kgl. Akademie. Berlin 1820.

IDEM, *Ueber Erhebungskratere und Vulkane*. Poggendorf's Annalen der Physik und Chemie, 1836.

(3) HUMBOLDT, *Ueber den Bau und die Wirkungsart der Vulkane in verschiedenen Erdstrichen*. Abh. phys. Kgl. Akademie. Berlin 1822-23.

(4) DUFRENOY, *Mémoire sur les groupes du Cantal, du Mont Dore et sur les soulèvements auxquels ces montagnes doivent leur relief*. Mém. pour servir à une description géologique de la France, 1834.

(5) ÉLIE DE BEAUMONT, *Sur quelques points de la question des cratères de soulèvement*, ibid. 1836.

esercitata dai materiali eruttivi contro alcuni punti della crosta terrestre, si disegnerebbero, in corrispondenza degli stessi, intumescenze, che rompendosi in alto formerebbero i crateri vulcanici. Ma in seguito, gli studi fatti intorno alla struttura dei monti vulcanici, specialmente dal Lyell (1) e dallo Scrope (2), condussero all'abbandono dell'anzidetta teoria ed alla sostituzione ad essa della ***teoria dei crateri di emersione***, la quale considera il monte vulcanico come il prodotto dell'eruzione del vulcano stesso. È quindi necessario il vedere quale sia il processo del fenomeno dell'eruzione vulcanica.

Nel fenomeno dell'eruzione vulcanica si distinguono generalmente quattro fasi principali:

1° *Fase di esplosione*, nella quale si squarcia il terreno, si forma il cratere ed attraverso ad esso esplodono i gas dall'interno. È detta anche *fase pliniana*, dalla descrizione fattane da Plinio nell'eruzione del Vesuvio dell'anno 79 E. V. (3);

2° *Fase di eruzione* o *di deiezione*, nella quale le lave incandescenti sgorgano dal cratere. Dicesi anche *fase stromboliana*, dallo Stromboli che vi persiste da tempo immemorabile (4);

3° *Fase di emanazione* o *di solfatara*, nella quale l'attività vulcanica si riduce all'emissione di gas, che reagendo tra loro e coi componenti della lava in via di raffreddamento, producono incrostazioni abbondanti di materiali sulfurei;

4° *Fase di estinzione*. Le incrostazioni anzidette ostruendo i meati dai quali si sprigionavano i gas nella fase precedente, il vulcano entra gradatamente in questa fase di quiete, la quale è detta anche *fase ischiana* dai lunghi periodi di riposo del Monte Epomeo dell'isola d'Ischia.

Nella fase di esplosione s'inizia la formazione del rilievo vulcanico col depositarsi intorno al cratere dei materiali detritici, che per i primi sono spinti fuori dai gas. Tali materiali si cementano per azione dell'acqua, si consolidano per mezzo dei filoni e delle vene laviche, che nella fase successiva li attraversano, ed acquistano compattezza sotto la compressione delle lave sovraincombenti; si viene così a formare una larga base di tufo con dolci pendenze all'esterno.

---

(1) LYELL, *On the structur of Lavas which have consolidatet on steep slopes, with Remarks on the Origin of Mount Etna and on the Theory of Craters of Elevation*. Philosophical Transactions, 1858.

(2) SCROPE, *On the mode of Formation of Volcanic Cones and Craters*. Quart. Journ. Geolog. Soc. London 1859.

(3) PLINII CECILII SECUNDI EPISTOLARUM (v. lettere a Tacito). — Una fedele traduzione italiana trovasi nella *Biblioteca degli Scrittori latini*. Venezia 1837.

(4) SPALLANZANI, *Viaggio alle due Sicilie*, 1792.

Sopra di essa si espandono nella successiva fase le lave traboccanti dal cratere, che solidificandosi costituiscono un tronco di cono a pareti più ripide di quelle della base; questo tronco di cono è generalmente sormontato da un cono a pareti molto ripide, formatosi colle scorie nell'illanguidirsi dell'eruzione.

Il monte vulcanico ha quindi frequentemente una forma assai regolare conica o tronco-conica, con pendenze crescenti dalla linea di falda alla vetta (fig. 10).

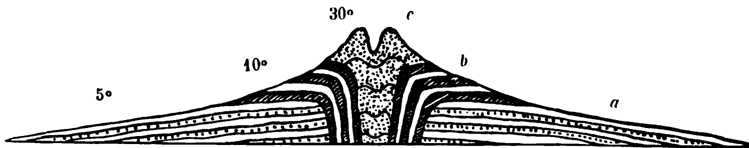


Fig. 10. — Sezione schematica di un rilievo vulcanico completo (Hochstetter).
a, tufi; *b*, lave; *c*, scorie.

Esso poi presentasi talvolta solcato da scanalature regolarmente disposte secondo le generatrici della superficie conica, e dovute alla erosione delle acque correnti (fig. 11).



Fig. 11. — Il Monte Egmont nella Nuova Zelanda (Hochstetter).

L'incompleta manifestazione del fenomeno eruttivo, il succedersi di parecchie eruzioni, il mutarsi degli assi d'eruzione, ecc., sono tutti fatti che danno luogo a formazioni di rilievi vulcanici più semplici o più complessi, ma diversi dalla forma tipica suaccennata.

Così quando il fenomeno eruttivo si arresta alla fase d'esplosione, il rilievo sarà costituito da soli materiali detritici, i quali proiettati in alto dalla forza dei gas ricadono a qualche distanza dall'orlo craterico e costituiscono attorno ad esso un rilievo anulare, che va

gradatamente aumentando (fig. 12). Questi detriti cementati dalle acque e non schiacciati dalle lave, formano rilievi a fianchi fortemente inclinati da 15° a 30°, e presentanti di frequente superfici scanalate, come sopra si è detto, per la forte erosione posteriormente subìta.

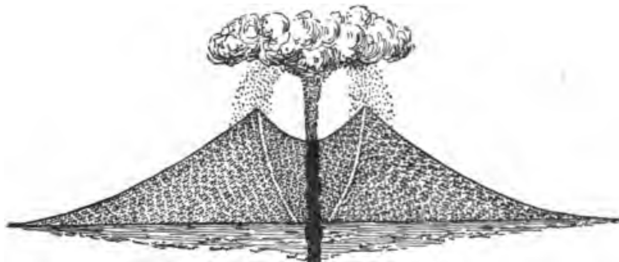


Fig. 12. — Sezione schematica di cono detritico di un vulcano in eruzione (Poulett Scrope).

Quando invece vi ha grande predominio di lave, queste coprono completamente la base detritica, si estendono su larga superficie e danno luogo a rilievi di forme appiattite con pendenze da 3° a 10°; se però le lave sono di natura poco scorrevole e di rapido consolidamento, il rilievo assume pendenze assai maggiori, che possono toccare i 30°.

Molte volte la lava, prima di giungere all'orlo del cratere, preme contro il fianco del monte in formazione e vi apre una breccia, per la quale si riversa all'esterno. Il rilievo risultante prende nome di *cratere aperto* o *sbrecciato* o *a ferro di cavallo* (fig. 13).



Fig. 13. — Crateri aperti. Alvernia (Lyell).

Altra configurazione molto comune è quella dei così detti *vulcani a recinto*, dove nell'interno dell'antico e grandioso cratere si è venuto formando per successive eruzioni un nuovo e completo monte vulcanico, che colle proprie deiezioni ha molte volte rotto l'orlo del primitivo cratere; un esempio classico di questa trasformazione è presentato dal Vesuvio (fig. 14).

Un'altra forma pure assai diffusa è quella dei *laghi craterici*, di cui si hanno molti esempi in Italia (lago di Vico, Bracciano, Albano,

Nemi, ecc.), nei *maare* dell'Eifel, nei laghi dell'Alvernia, ecc. Tale forma può attribuirsi a fenomeni vulcanici limitati alla prima fase e nei quali i materiali divelti, ricadendo, avrebbero otturato le squar-



Fig. 14. — Il Vesuvio coll'antico cratere sbrecciato di Monte Somma (Lyell).

ciature fatte nel terreno; questi materiali in seguito assodandosi e cementandosi col concorso di materie portate dall'acqua, verrebbero a costituire cavità a fondo cieco, che generalmente si riempirebbero d'acqua (fig. 15).

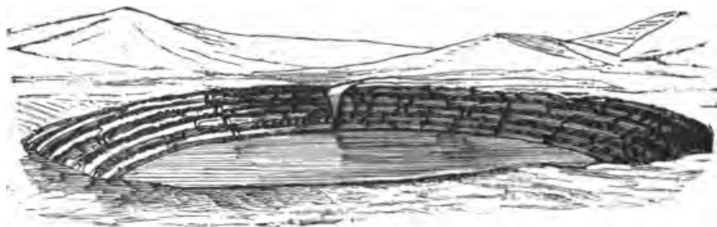


Fig. 15. — Lago craterico di Guastavila. Messico (Humboldt).

Questa forma si può però presentare anche nei vulcani così detti spenti, per l'otturazione dell'orificio craterico col solidificarsi delle lave. La diversa origine dà luogo ad una sensibile differenza nella configurazione generale; nel primo caso il bacino lacustre si apre a fior di terra, nel secondo sopra un'elevazione più o meno conica, rappresentante l'antico vulcano.

Come fenomeni secondari di vulcanismo abbiamo i *vulcani di fango* o *salse*, cioè piccoli vulcani eruttanti materie fangose mescolate con sostanze saline; tali sono ad esempio: le *salinelle* e le *maccalube* della Sicilia, le *salse* dell'Emilia e le *colline di fango* del Caucaso.

Al vulcanismo poi si connettono: i *geysers*, le sorgenti termali e le emanazioni gasose (*stufe*, *fumarole*, *soffioni boraciferi*, *putizze*, *mofette*, ecc.); i quali fenomeni non hanno però importanza nello studio delle forme del terreno.

Passando allo studio della distribuzione dei vulcani si rileva che l'ubicazione dei vulcani è indipendente dalla latitudine e dalla natura

dei terreni, e che essi sono generalmente disposti in serie allineate lungo i margini delle depressioni oceaniche o terrestri. La ragione di tale distribuzione trovasi nel fatto che i margini delle depressioni corrispondono generalmente alle principali linee di piegamento e di dislocazione della crosta terrestre, lungo le quali frequenti devono essere le fratture costituenti gli spiragli vulcanici (fig. 16). Attraverso

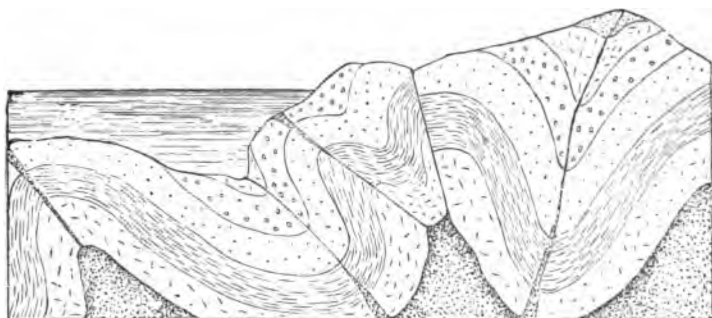


Fig. 16. — Sezione schematica della corteccia terrestre per dimostrare come di preferenza i vulcani si producano lungo i litorali (Issel).

tali spiragli i materiali interni del globo possono essere spinti all'infuori dalle pressioni stesse, sviluppantisi nel corrugamento della crosta terrestre, ed agenti sulla massa pastosa interna, ed anche dall'acqua del mare, che penetrata nell'interno per mezzo delle fratture sottomarine, per effetto del calore si trasforma in vapore e per la grande tensione acquistata tende ad erompere all'esterno. Quest'ultima supposizione è avvalorata dal fatto che molti dei vulcani attualmente estinti sorgono nell'interno dei continenti, ma in località che nelle passate ere geologiche, quando essi probabilmente erano attivi, furono prossime al mare.

Tutte queste considerazioni sulla forma e sulla distribuzione dei vulcani valgono a dimostrare, una volta per sempre, quanto asserimmo nella discussione metodologica degli studi geografici, e cioè che la geografia trova col concorso delle altre scienze la ragione della forma e della distribuzione degli elementi geografici, ma a sua volta fornisce alle altre scienze il dato corologico, mediante il quale esse possono completare lo studio degli elementi stessi.

Le molteplici e caratteristiche forme dei rilievi vulcanici, testè esaminate, e la speciale natura dei materiali che li costituiscono, concorrono ad imprimere una particolare fisonomia alle *regioni vulcaniche*, che descriveremo trattando delle *regioni geografiche.*

5. Fenomeni sismici. — I fenomeni sismici appartengono ad un ordine di fenomeni meccanici endogeni, i quali si manifestano tal-

volta con rapidi e violenti movimenti della crosta terrestre, tal altra con lenti sollevamenti od abbassamenti della stessa.

Quantunque tutti questi fenomeni diano luogo a spostamenti di parti della superficie terrestre, pure è invalso l'uso di limitare ai primi la denominazione di *terremoti*, forse perchè essi colla loro rapidità e violenza impressionano la nostra immaginazione, mentre gli altri sfuggono all'osservazione superficiale.

Le osservazioni fatte intorno ai terremoti permettono di distinguerli in due classi rispetto alle loro cause. Gli uni, manifestantisi in regioni vulcaniche od in regioni prossime a vulcani, chiamansi *terremoti vulcanici*, perchè hanno cause ed origine diretta od indiretta nel vulcanismo. Gli altri che interessano aree estesissime, non aventi rapporti manifesti colle regioni vulcaniche, diconsi *terremoti tettonici* (1) o di *dislocazione*, perchè si ritiene possano connettersi alle grandi dislocazioni della crosta terrestre, nelle quali le masse rocciose, raggiunto il limite della loro elasticità, si spezzano con violenza, dando luogo a spostamenti, fratture e forti vibrazioni del suolo.

In ogni caso i terremoti sono fenomeni d'indole meccanica e producono perciò effetti più specialmente meccanici. Tali sono: alzamenti ed abbassamenti di parti del terreno; crepacci; frane; mutamenti nel corso dei fiumi; alterazioni nella distribuzione, nel regime e talvolta anche nella natura delle sorgenti; devastazioni di manufatti, ecc. (2).

I lenti sollevamenti od abbassamenti della crosta terrestre sono fenomeni di capitale interesse per gli studi di geografia, poichè molte volte si manifestano su aree assai estese e si connettono molto probabilmente ai fenomeni genetici delle forme in rilievo del terreno. Tali oscillazioni della crosta terrestre si effettuano con grande lentezza, cosicchè richiedono lunghe osservazioni, ed in causa di questa lentezza di manifestazione vennero chiamate ***bradisismi*** (3).

---

(1) Dicesi *Tettonica* o *Tectonica* (dal greco *techtaino* = costruisco) quella parte della geologia che studia l'architettura della crosta terrestre. I fatti ed i fenomeni relativi alla posizione ed allo spostamento delle masse rocciose costituenti la crosta della terra vengono perciò designati coll' epiteto *tettonici* o *tectonici*.

(2) Intorno agli effetti dei terremoti consultinsi le seguenti opere:

STOPPANI, *Corso di geologia*, già cit. (Vol. 1° *Dinamica terrestre — Effetti meccanici dei terremoti;* cnfr. pag. 454 e seg.).

MERCALLI, *Vulcani e fenomeni vulcanici in Italia*. Parte 3ª dell'opera: *Geologia d'Italia di Negri, Stoppani e Mercalli*. Milano 1883 (cnfr. Cap. XII, XIII, XV).

Per indicazioni sui terremoti avvenuti in Italia dal 1800 al 1872, si ricorra al recente lavoro del prof. BARATTA, *Materiali per un catalogo dei fenomeni sismici avvenuti in Italia* (1800-1872). Memorie della Società geografica italiana, 1897.

(3) *Bradisismo* dalle parole greche *brados* = lento e *seimos* = movimento; denominazione proposta dall'ISSEL.

La questione relativa ai bradisismi è antica ed assai controversa, attribuendo alcuni gli spostamenti del litorale, che è il risultato più evidente di questo fenomeno, ad alterazioni del livello del mare, ed altri invece a movimenti della terra (1). Quantunque si possa ammettere che il livello del mare subisca sensibili mutamenti, specialmente per il ridursi o l'estendersi delle calotte glaciali polari, ciò non esclude che le parti della superficie terrestre possano essere soggette ad oscillazioni.

Numerosi sono infatti gli indizi che si hanno di queste oscillazioni lungo le coste del mare, e come prova d'innalzamenti possono considerarsi: l'esistenza di fossili marini ad altezze più o meno considerevoli; le tracce di erosioni costiere sopra il livello del mare; l'insabbiamento delle foci dei fiumi ed il protendimento delle spiagge, nei quali casi va però tenuto conto dell'azione di deposito delle correnti e dell'azione costruttrice del mare. Sono invece prove di abbassamenti: l'approfondirsi delle foci dei fiumi, la sommersione di valli costiere (2); l'esistenza sott'acqua di edifizi litoranei; l'internarsi del

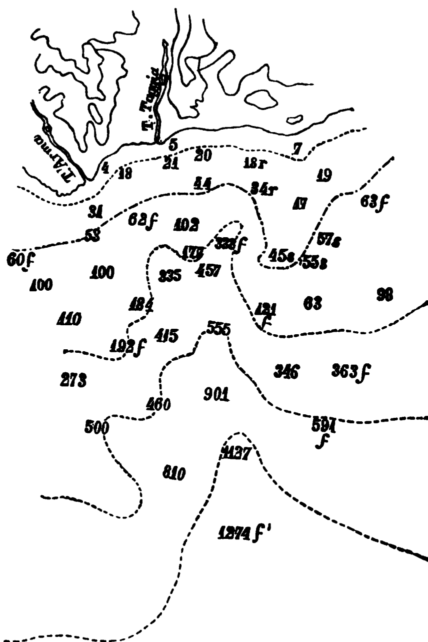


Fig. 17. — Valli sommerse dei torrenti Taggia ed Arma nel Golfo di Genova (Issel).

(1) Intorno alle controversie relative alla questione dei bradisismi consultisi:

ISSEL, *Le oscillazioni lente del suolo o bradisismi, Saggio di geologia storica.* Genova 1883; e la comunicazione fatta dallo stesso autore al II Congresso geografico italiano, nella quale sono indicate le principali pubblicazioni riflettenti tale argomento (*Atti del II Congresso geografico italiano, tenuto in Roma dal* 22 *al* 27 *settembre del* 1895. Roma 1896; cnfr. pag. 165 e seguenti: *I bradisismi in Italia secondo i più recenti studi.* Relazione del professore A. ISSEL).

(2) « Prova di ingente sommer« sione sono le depressioni sottoma« rine, in continuità di valli fluviali « o torrenziali che incidono la re« gione litorale. Esempio grandioso « di questo fatto si osserva nel golfo « di Genova, il quale d'innanzi alla « foce dei principali corsi d'acqua, che vi sboccano, è solcato da vere valli som« merse, che chiaramente si manifestano fino alla profondità di circa 900 m. Tali « valli si trovano principalmente in continuazione del Bisagno, della Polcevera,

mare fra le terre, nel qual caso va però tenuto conto dell'azione erosiva del mare. Del resto a meglio constatare queste oscillazioni vennero instituite in molti paesi misurazioni, mediante capisaldi situati lungo le coste del mare, dove il fenomeno è più evidente.

Anche nell'interno dei continenti non mancano indizi di bradisismi, ed in parecchie località delle Alpi, dell'Appennino, del Giura e dei Pirenei, ecc., tali fenomeni furono accertati da numerose osservazioni (1).

I bradisismi possono manifestarsi su aree limitate, ed allora chiamansi *locali*. Tali bradisismi sono facilmente spiegabili per mezzo di fatti locali o di particolari condizioni fisiche e geologiche del terreno. Essi possono cioè attribuirsi in alcuni casi a fenomeni vulcanici, nei quali i gas e le masse pastose dell'interno della terra, esercitando pressioni contro la crosta terrestre, danno luogo ad oscillazioni superficiali; un esempio classico di un bradisismo di origine vulcanica si avrebbe nelle oscillazioni cui andò soggetto il terreno sul quale sorge il tempio di Giove Serapide a Pozzuoli, dove tali oscillazioni sono con evidenza indicate dai fori di litodomi, che si trovano nelle colonne ad una certa altezza dalla base (fig. 18). Altri casi di bradisismi locali possono incontrarsi nei terreni torbosi, che impregnandosi di acqua rigonfiano, e prosciugandosi si avvallano; oppure nelle formazioni di trasporto, dove per un progressivo assettamento delle parti si manifesta un abbassamento superficiale del terreno. A quest'ultima causa devonsi probabilmente ascrivere gli abbassamenti del suolo constatatisi in alcuni punti del delta del Po ed in alcune delle isole sulle quali sorge Venezia.

Quando i bradisismi interessano invece aree assai estese chiamansi *regionali*, e la spiegazione delle loro cause è basata su alcune ipotesi riattaccantisi alle condizioni dell'interno del globo. I geologi che ammettono essere il calore proprio della terra il residuo del calore iniziale da essa posseduto nel suo periodo di fusione, prece-

« della Taggia, dell'Arma, della Nervia, della Roia, ecc., e sono accusate, sulle « carte idrografiche, da sinuosità assai risentite (colle convessità rivolte verso la « riva) delle linee isobatimetriche.

« Nella nostra figura (fig. 17) è riprodotto un piccolo lembo di mappa idrogra- « fica, in cui si vedono tali sinuosità, coordinate alle foci dei torrenti Taggia o « Argentina ed Arma. Laddove, in mezzo alla valle sommersa, formata dalla con- « fluenza dei due alvei, è notata la quota di m. 901, ai due lati della depressione, « il fondo s'innalza da una parte a m. 346, dall'altra a 400 ». ISSEL, *Compendio di geologia*, Parte I, già cit. (cnfr. pag. 308 e 309).

(1) Esempi di bradisismi in regioni montane trovansi nella memoria di SALMOIRAGHI, *I bradisismi in montagna e la fotografia*. Bollettino Club alpino italiano. Vol. XXVI, 1893.



Fig. 18. — Tempio di Giove Serapide a Pozzuoli (Da una fotografia).
(Le tre grandi colonne portano sotto la metà le tracce dei fori dei litodomi).

dente quello del suo superficiale consolidamento, ascrivono le oscillazioni della crosta terrestre al raffreddamento ed alla conseguente contrazione del nucleo terrestre, per cui si verificherebbero in alcuni punti avvallamenti e spostamenti di masse, e per le pressioni laterali

in essi sviluppatesi, sollevamenti di altri punti. Invece i geologi che spiegano il calore terrestre mediante le energie meccaniche, fisiche e chimiche sviluppantisi nell'interno della terra, specialmente per opera dell'acqua circolante alle grandi profondità, le quali energie danno luogo a fenomeni di metamorfismo endogeno, attribuiscono a questi le cause delle oscillazioni della crosta terrestre, ritenendo che tali fenomeni sono sempre accompagnati da mutamenti di volume, i di cui effetti possono ripercuotersi sulla superficie terrestre.

Un'altra spiegazione dei bradisismi potrebbe trovarsi in un'ipotesi emessa dal Faye (1), secondo la quale la crosta della terra avrebbe al di sotto delle depressioni marine maggior spessore e densità che non sotto ai continenti, e ciò in causa del raffreddamento più intenso e più rapido subìto dal geoide in corrispondenza delle prime; ipotesi che troverebbe una conferma nelle osservazioni fatte intorno all'intensità della gravità. Partendo da tale ipotesi si può pertanto ritenere che i fondi marini, sollecitati da un eccesso di peso, tendono ad abbassarsi ed a comprimere la massa pastosa interna del globo, e quindi per reazione si verificherebbero sollevamenti nelle masse continentali. Anche indipendentemente dall'ipotesi di un disuguale spessore della crosta terrestre si può giungere alla stessa spiegazione del fenomeno, basandosi sulla considerazione, riportata dall'Issel ed esposta a pag. 53, secondo la quale si avrebbero in corrispondenza dei bacini oceanici masse comprimenti quelle sottoposte ai rilievi continentali e quindi motivi di oscillazioni nella crosta terrestre.

Senza entrare maggiormente in tali questioni riflettenti l'origine dei bradisismi, si può del resto conchiudere che questo fenomeno è ormai accertato, e che il sommarsi di queste lentissime oscillazioni della crosta terrestre va considerato come uno dei principali fattori della formazione dei rilievi terrestri, di cui si tratterà più avanti.

6. **Azione delle forze esterne.** — Lo studio dell'azione delle forze esterne si presenta praticamente assai più facile e scientificamente più positivo, che non quello delle forze interne, poichè mentre per queste si è obbligati ad indirette argomentazioni, basate sui fenomeni che hanno il loro contraccolpo all'esterno, per le prime si possono fare deduzioni dirette da fenomeni svolgentisi sotto i nostri occhi.

Le forze trasformatrici del terreno, che hanno origine e manifestazioni all'esterno della superficie terrestre, o all'interno di essa, ma

---

(1) Lo sviluppo di quest'ipotesi trovasi in alcune memorie del Faye pubblicate nei *Bulletins hebdomadaires de l'Association scientifique de France*, n[i] 309, 310, 1886 e nei *Comptes-rendus de l'Académie des sciences*, 1[er] octobre et 21 janvier 1891.

a così piccola profondità da poter essere osservate e considerate perciò come esterne, si riducono alle seguenti:

1° atmosfera;

2° acqua superficiale o delle piccole profondità;

3° organismi viventi sulla terra e nelle acque.

7. Azione dell'atmosfera. — L'atmosfera esercita sulle forme del terreno un'azione assai complessa, poichè essa agisce in diversi modi e non solo come semplice miscuglio di ossigeno, azoto ed argo (1), ma anche per mezzo dell'acqua e dell'acido carbonico, che sempre contiene in maggiore o minore quantità.

Per facilità di studio torna opportuno il considerare dapprima l'azione dell'atmosfera per sè stessa, e quindi la sua azione complessa in concorso coll'acqua e coll'acido carbonico, ritenendo però che tali distinzioni vengono fatte esclusivamente per comodo delle nostre facoltà analitiche, ma che in natura simili recise divisioni non esistono, e perciò i fenomeni risultanti dal diverso modo d'azione dell'atmosfera sono, come molti altri, più o meno sempre l'uno all'altro strettamente collegati.

L'azione dell'atmosfera pura e semplice può distinguersi in meccanica, fisica e chimica.

L'azione meccanica dell'atmosfera è assai vasta e si manifesta principalmente in due modi: mediante l'erosione meteorica meccanica delle rocce, e mediante il trasporto a distanza e l'accumulo dei detriti, provenienti da tutte le forze disgregatrici.

La prima manifestazione corrisponde ad un lavoro di distruzione, che concorre col lavoro demolitore di altre forze a preparare i materiali per il lavoro di costruzione, corrispondente alla seconda manifestazione. Si vede perciò qui, come sempre, il verificarsi di quella legge generale e provvidenziale di compensazione, per la quale se una forza distrugge in un punto, un'altra forza ricostruisce in un altro, e così in mezzo a continue trasformazioni si mantiene inalterato l'equilibrio dell'universo.

L'azione dell'atmosfera, tanto nell'una quanto nell'altra manifestazione, dipende dai movimenti delle sue masse, ossia dai venti, e la sua entità è funzione diretta della velocità di essi. I dati relativi

---

(1) La composizione dell'aria è rappresentata dalle seguenti proporzioni per ogni 100 grammi:

Ossigeno	23,13
Azoto	76,10
Argo	0,77

Quest'ultimo composto è stato recentemente (1895) scoperto da Lord Rayleigh e W. Ramsey (vedasi a questo riguardo *Revue scientifique*, n. 7 e 18, 1895).

a questo elemento sono riassunti nel seguente specchio, ricavato da uno studio dello Czerny (1):

Scala del vento	Velocità in metri per 1″		Pressione in chilogrammi per metro quadrato	
1° Vento debole	0,30	4	0,15	1,87
2° » moderato	4	7	1,87	5,96
3° » fresco	7	11	5,96	15,27
4° » forte . -	11	17	15,27	34,35
5° » violento	17	28	34·35	95,4



Fig. 19. — Rocce corrose dai turbini di sabbia (Neumayr).

Oltre i limiti dei venti violenti abbiamo i venti di tempesta, intorno ai quali non si posseggono dati positivi medî di velocità e pressione, ma pei quali si può ritenere essere le massime velocità

(1) Czerny, *Die Wirkungen der Winde auf die Gestaltung der Erde.* Petermanns, Mitteilungen. Ergänzungsheft, n. 48, 1876.

osservate di circa metri 45 al 1″ e le massime pressioni calcolate di circa 400 chilogr. per metro quadrato.

Da questi dati sui venti è facile arguire come non piccola debba essere l'erosione meteorica meccanica delle rocce, specialmente per il fatto che l'azione erosiva è quasi sempre aumentata dai detriti trasportati dal vento (figg. 19 e 20). Cosicchè nelle regioni prive d'acqua

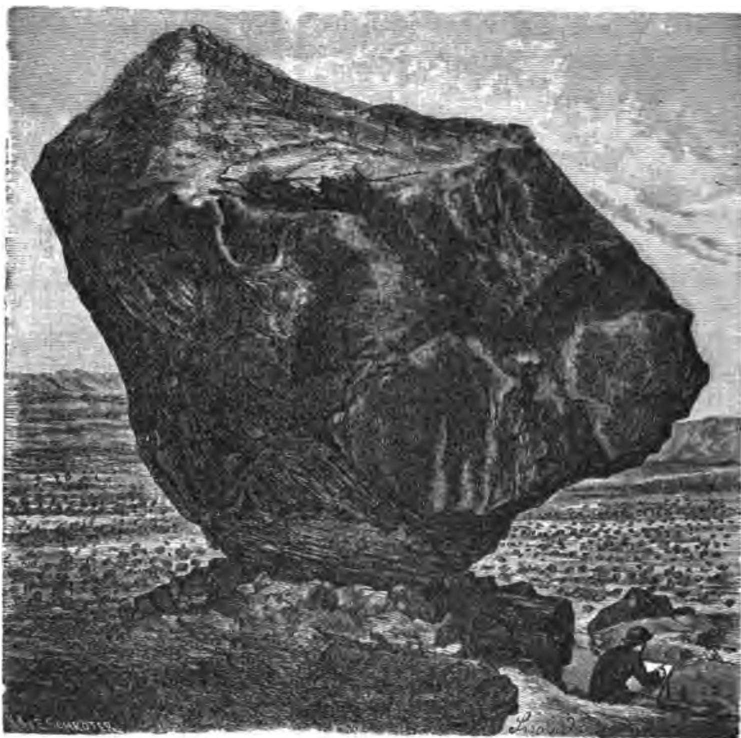


Fig. 20. — Masso di conglomerato sorretto da base scistosa, logorata per opera del vento, a Rocker-Creek nell'Arizona (Gilbert).

si può ritenere essere i venti e le sabbie da essi convogliate i principali fattori di degradazione delle rocce. In alcune di tali regioni dove soffiano venti gagliardi, questi, denudando il terreno del proprio rivestimento terroso, esercitano una forte azione di isterilimento, e di tale fatto si ha un esempio caratteristico sull'altipiano del Carso.

Più importante nei rapporti orografici è però l'azione meccanica dell'atmosfera, manifestantesi per mezzo del trasporto ed accumulo dei detriti, ai quali accumuli si dà il nome generico di *depositi eolici.* È facile capire come tali depositi possano dar luogo a trasformazioni delle forme del terreno creando rilievi o ricoprendo rilievi già

esistenti, e possano produrre anche sensibili variazioni nelle condizioni idrografiche di una regione colmando depressioni lacustri, ostruendo l'alveo delle correnti ed intercettando le vie di comunicazione fra le lagune ed il mare.

Fra questi depositi eolici presentano particolare interesse le *dune*, piccole colline di sabbia sorgenti generalmente sulle coste aperte e sabbiose del mare o sulle grandi pianure sabbiose. Le dune possono perciò distinguersi in marittime e continentali, e fra le due specie esiste qualche differenza di struttura, poichè le prime, formate anche col concorso dell'azione di deposito del mare, sono generalmente costituite di materiali diversi; mentre le seconde, formate con materiali del terreno dove sorgono o di regioni prossime, presentano costituzione più omogenea. Il meccanismo di formazione delle due specie di dune è però identico. Le sabbie trasportate dai venti incontrando cespugli, pietre od altro ostacolo qualsiasi, si arrestano, lo ricoprono e costituiscono così una prima barriera, che trattiene le sabbie sopravvenienti; in tal modo sorge e si sviluppa la duna, la quale va fino ad un certo limite aumentando le sue dimensioni ed assume la configurazione di una collina a profilo triangolare, con dolce pendìo dalla parte dove soffia il vento, circa 7° od 8°, e ripido dalla parte opposta, circa 30° (fig. 21). Le dune di maggiori dimensioni sono le continentali e specialmente quelle dei deserti, dipendentemente dall'aridità del suolo e dalla conseguente incoerenza delle sabbie; nel Sahara, ad esempio, si hanno linee di dune con altitudini di 200 metri e sviluppo di 70 a 80 chilometri. Le dune marittime sono di proporzioni minori e le loro dimensioni dipendono anche dall'ampiezza dell'onda della marea apportatrice di materiali; nel Mediterraneo, ove le maree sono deboli, le maggiori dune raggiungono, presso la foce del Rodano, un'elevazione di 6 o 7 metri; nell'Atlantico e nei mari settentrionali d'Europa, ove le maree sono più forti, si hanno dune di maggiori proporzioni; in Guascogna, ad esempio, raggiungono l'altezza di circa 90 metri, e sulle rive del Baltico di circa 70 metri. In Italia si formano dune di qualche entità sulle coste della Toscana e del Lazio, dove vengono generalmente designate col nome di *tomboli*.

Le dune sono talvolta stabili, e ciò sia perchè il vento non ha forza sufficente per spostarle, sia perchè i materiali che le costituiscono, specialmente se calcari, sono soggetti a rapida cementazione, sia infine per l'esistenza di piante che colle loro radici, o col mantenere il suolo umido, conferiscono loro un certo grado di compattezza. Però nella massima parte dei casi le dune sono mobili, ossia si spostano nella direzione del vento per il graduale passaggio dei granelli di sabbia da un pendìo all'altro del rilievo, cosicchè la prima duna si distrugge e va a ricostruirsi più avanti, mentre una seconda viene

formandosi al suo posto (fig. 21). Per effetto di tali spostamenti le dune assumono una disposizione a linee parallele generalmente convesse verso la direzione del vento, e ciò perchè i granelli di sabbia avendo minori altezze da superare alle estremità della linea collinosa che non al suo centro, si spostano alle estremità più celeremente. La velocità di spostamento delle dune è assai varia, dipendentemente dalla scioltezza dei materiali, dalle accidentalità del terreno e dalla

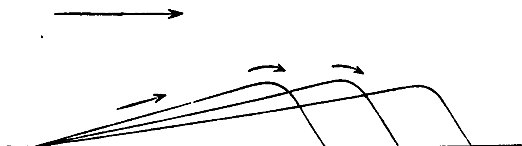


Fig. 21. — Formazione e spostamento delle dune (Issel).

forza del vento; le dune di Guascogna, intorno alle quali si hanno dati esatti, presentano un avanzamento annuo non superiore ai 20 o 25 metri. L'avanzamento delle dune costituisce un vero flagello, seppellendo esse sotto le loro sabbie campi ed abitati; la fig. 22 rappresenta appunto la distruzione del villaggio di Kunzen, posto sul lido (*Nehrung*) che separa il Kurisches Haff dal Mar Baltico, dovuta al

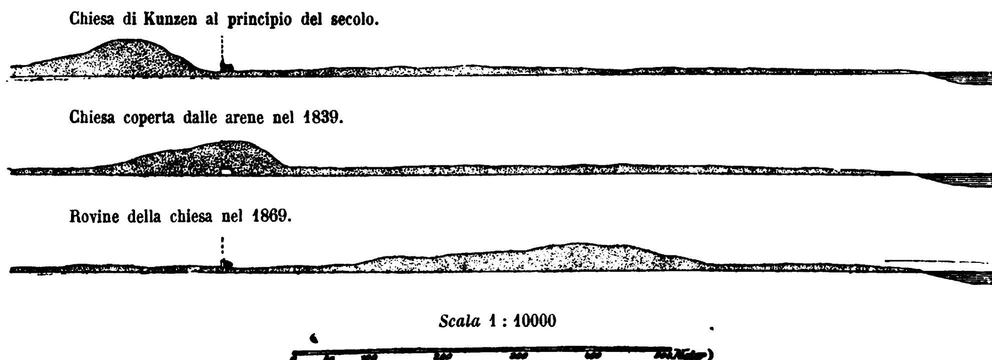


Fig. 22. — Progresso delle dune presso il villaggio di Kunzen (Berendt).

rapido spostarsi delle dune che infestano quella località. Contro i tristi effetti dell'avanzare delle dune si provvede cercando di fissarle dapprima mediante palizzate o seminagioni di erbe ed arbusti di rapida vegetazione, che determinino una provvisoria fissazione, quindi mediante grosse piantagioni, specialmente di conifere. Per tutti questi fatti le *regioni di dune* assumono un aspetto caratteristico e presentano caratteri geografici loro propri, dei quali tratteremo nel capitolo sulle *regioni geografiche*.

L'azione fisica dell'atmosfera può esercitarsi per mezzo dell'elettricità collo spaccarsi o col vetrificarsi delle rocce battute dalla folgore, ma sono fenomeni che non hanno nei rapporti orografici alcuna importanza. Importante è invece l'azione fisica dell'atmosfera manifestantesi per mezzo del calore, poichè essendo le rocce generalmente costituite di materiali di diversa capacità di dilatazione, ed essendo molte volte esposte nelle alte regioni montane a forti sbalzi di temperatura, senza protezione alcuna contro l'azione del calore, l'alternativa dilatazione e contrazione delle loro parti, produce in esse spaccature e fessuramenti considerevoli (*litoclasi*). E qui giova notare che le rocce hanno un diverso modo di spaccarsi, dipendente dalla loro natura (1), ed è questo diverso modo di spaccarsi delle rocce che concorre ad imprimere una speciale fisonomia ad alcuni gruppi montani, come meglio si vedrà parlando dell'azione complessiva dell'atmosfera e dell'acqua, poichè l'azione fisica dell'atmosfera sulle rocce per mezzo del calore, deve più che altro considerarsi come una preparazione all'azione complessiva dell'atmosfera ed a quella dell'acqua.

D'importanza assai minore è l'azione chimica dell'atmosfera pura e semplice, poichè l'azoto e l'argo sono quasi inerti rispetto alle rocce, e l'ossigeno esercita su di esse, e specialmente sulle ferruginose, azioni che interessano l'aspetto delle masse rocciose dal punto di vista del loro colore, ma non alterano sensibilmente gli altri caratteri geografici e specialmente i morfologici.

Analizzata per facilità di studio partitamente l'azione meccanica, fisica e chimica dell'atmosfera pura e semplice, passiamo ora ad esaminarne l'azione complessa, quale si presenta in natura. In questo suo modo complessivo di agire va tenuto specialmente conto di due

---

(1) Alla facoltà che hanno molte rocce di dividersi in frammenti di una certa figura, per esempio di un prisma, di un cilindro, di una sfera, ecc., alcuni geologi danno il nome di *clivaggio*. Questa facoltà è inerente alla natura della roccia, per cui la sua massa presenta secondo determinate direzioni dei minimi di coesione, talvolta resi palesi dai piani di clivaggio, ma spesso anche latenti e virtuali. Il clivaggio non va perciò confuso nè colla *stratificazione*, fatto derivante dal modo di deposito dei materiali, nè colla *scistosità*, che dipende dalla compressione subita dalle masse rocciose. Una roccia potrà infatti presentare caratteri diversi di stratificazione, di scistosità e di clivaggio; così, ad esempio, uno scisto argilloso, i di cui strati abbiano subito forti pressioni laterali e si presentino piegati e contorti, potrà sfogliarsi secondo piani di scistosità obliqui ai piani di stratificazione, e rompersi in prismi romboedrici secondo piani di clivaggio trasversali ai piani di stratificazione e di scistosità (Consultinsi per particolari: STOPPANI, *Corso di geologia* già cit., Vol. II, pag. 15; Vol. III, pag. 595; DAUBRÉE, *Études synthétiques de géologie expérimentale*, già cit., pag. 333 e 391).

elementi dall'aria sempre contenuti in maggiore o minore quantità: l'acqua e l'acido carbonico.

L'acqua atmosferica ha nell'azione complessa dell'atmosfera una parte molto importante, cosicchè l'esame di tale azione si riattacca e si confonde in molti punti con quello dell'azione propria dell'acqua. Per stabilire qui un limite, a scopo puramente di studio, noi considereremo per ora solamente l'acqua allo stato di vapore contenuto nell'atmosfera, o allo stato di prodotto immediato del suo condensamento; vedremo cioè l'acqua nei limiti di assorbimento per parte delle rocce e nel suo scorrimento allo stato di *acque selvagge* o di *acque di dilavamento*, prima cioè che essa abbia potuto formare la vera corrente, o per violenza di scorrimento o per mancanza di una depressione nel terreno.

L'acqua penetra in tutte le rocce, dove più, dove meno, e penetrando vi esercita la propria azione demolitrice, facilitata dal fessuramento delle rocce ed aumentata dal suo congelamento. Il lavoro demolitore dell'acqua può produrre lo sfacelo delle pareti delle masse rocciose (*degradazione delle rocce*), per il che esse assumono particolari aspetti, di cui parleremo più avanti. Inoltre le acque selvagge, scorrendo sul terreno lo dilavano, asportandone le parti superficiali e mettendo talvolta le rocce allo scoperto (*denudazione delle rocce*); in alcuni casi poi tracciano sulla superficie del terreno solcature più o meno profonde, a seconda del grado di resistenza presentato dal terreno all'azione erodente.

Quando il terreno è costituito di sabbie, argille, ecc., commiste con grossi ciottoli, come spesso si verifica nei depositi d'origine glaciale, tali ciottoli proteggono dalla erosione il terreno sottoposto, di maniera che i solchi approfondendosi danno luogo all'isolamento di piramidi di terra, di cui si ha un bellissimo esempio nelle così dette *Piramidi di Ritten* presso Bolzano (fig. 23).

L'azione dell'acqua atmosferica, sia penetrante nelle rocce, sia scorrente selvaggiamente alla superficie del terreno, è inoltre causa di quegli scoscendimenti di terreno, che chiamansi più propriamente *frane*, quando rappresentate da cumuli di rottami provenienti dallo sfacelo di masse rocciose (*casse*, *cassere*, *ciapé* nelle Alpi piemontesi); *lavine*, quando dipendenti dallo scivolamento di masse di terra, frequenti nei terreni argillosi; *smottamenti*, quando costituiti di limitati sfaldamenti terrosi.

Gli scoscendimenti sono generalmente causati: o dall'incoerenza della massa, risultante dalla degradazione delle sue parti; o dal rammollimento del sottosuolo operato dall'acqua, per cui il soprasuolo è obbligato a scivolare in basso; o dal lavoro erosivo dell'acqua nel sottosuolo, per cui il soprasuolo rovina per mancanza di sufficiente

adesione alla propria base. Quando tali scoscendimenti assumono grandi proporzioni, considerevoli sono le trasformazioni cui danno luogo alla superficie del terreno, e siffatte trasformazioni consistono

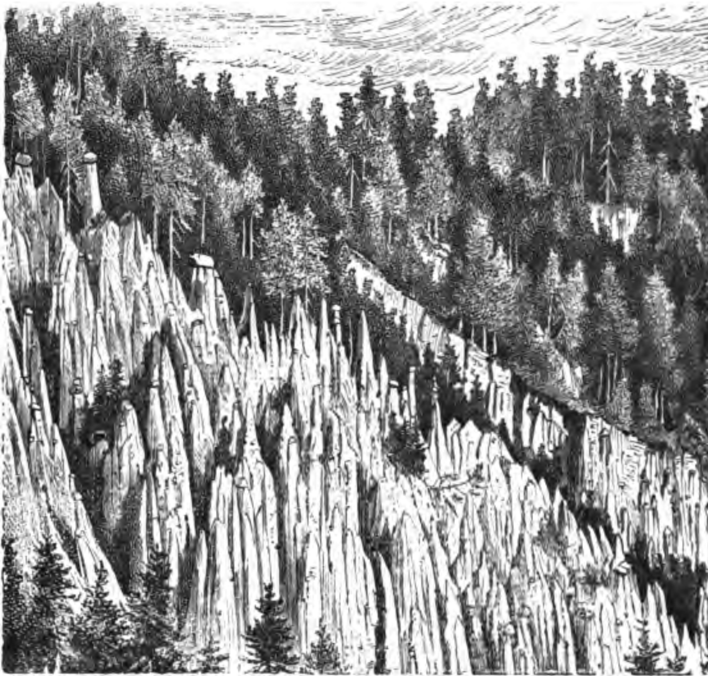


Fig. 23. — Piramidi d'erosione di Ritten presso Bolzano (Neumayr).

specialmente in mutamenti nel rilievo del terreno; alterazioni nella direzione delle acque correnti; formazione di laghi; distruzione della vegetazione, delle strade, dei manufatti, ecc. Numerosi sono gli esempi di questi scoscendimenti e fra i molti possono citarsi: i così detti *Slavini di Marco* in Val d'Adige (1), la frana di monte Forca

---

(1) v. *Special Karte der Osterreichisch-ungarische Monarchie* (75 *mila*). Zona 22, col. IV. Roveredo und Riva.

Questo scoscendimento, che deviò il corso dell'Adige verso ovest, pare sia avvenuto, secondo alcune cronache, nell'anno 833; è ricordato da Dante (*Inferno, XII*); descrizioni particolareggiate trovansi nella Zeitschrift des deutschen und österreichischen Alpenvereins, 1886, XVII. — SUDA, *Die Lavini di Marco im Etschthal*, e nelle Mitteilungen der k. k. geograph. Gesellschaft, Wien, 1886. — PENCK, *Die Lavini di S. Marco bei Roveredo.*

nell'Agordino (1), la lavina del Rossberg nel Cantone di Schwitz (2) ed il famoso scoscendimento di Flims nella valle del Reno anteriore, a monte di Reichenau (3).

A completare l'azione demolitrice dell'acqua atmosferica concorre potentemente anche l'altro elemento contenuto nell'aria, ossia l'acido carbonico, il quale esercita in unione all'acqua una forte azione dissolvente su quasi tutte le rocce, o sciogliendole propriamente come le calcaree, o sciogliendo il cemento che agglutina i diversi materiali rocciosi.

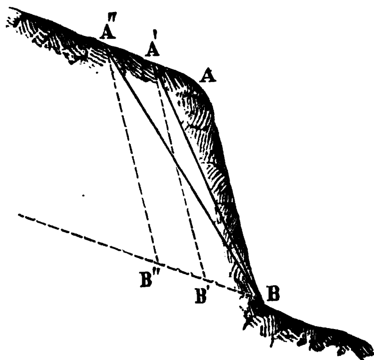


Fig. 24.

Vediamo ora gli effetti principali dell'azione complessa dell'atmosfera, testè esaminata, sulle forme in rilievo del terreno. Tali effetti si manifestano specialmente nel modellamento dei versanti e della linea di cresta dei rilievi terrestri (4).

Sul versante del rilievo l'azione erosiva e demolitrice delle acque selvagge, ha per effetto l'abrasione di una parte di esso, ma tale abrasione non procede per strati paralleli, sia perchè il vertice A (fig. 24) del versante, attaccato da due parti, si demolirà più rapidamente, sia perchè i materiali accumulatisi al piede non potranno essere facilmente asportati lungo il piano

---

(1) v. *Tavolette per la carta d'Italia al* 100 *mila* (25 *mila*), Foglio 12, III, S. O. Cencenighe.

Il franamento dello sperone orientale di monte Forca avvenne nel 1771, seppellì parecchi villaggi e formò il lago di Alleghe — v. CATULLO, *Trattato di geognosia*, 1844 (cnfr. pag. 116 e seguenti).

(2) v. *Topographischer Atlas der Schweiz* (DUFOUR), 100 *mila*, VIII.

La lavina della falda meridionale del Rossberg avvenne per rammollimento dei sottostrati argillosi nel 1806 e devastò la fertile regione di Goldau; il materiale trasportato calcolasi di 15 milioni di metri cubi — v. B. ZAY, *Goldau und seine Gegend*, 1807.

(3) v. *Topographischer Atlas der Schweiz* (SIEGFRIED) (50 *mila*), 405-406.

Questo scoscendimento ritiensi il più grandioso di tutti quelli conosciuti, calcolandosi il materiale trasportato di 15,000,000,000 di metri cubi, ossia mille volte maggiore di quello del Rossberg — v. HEIM, *Der alte Bergsturz von Flims* nel Jahrbuch des schweizer Alpen Club, Vol. XVIII, 1882-73.

(4) Per studi particolari intorno a questi argomenti consultare: DE LA NOË et DE MARGERIE, *Les formes du terrain*. Paris, 1888 (cnfr. cap. III e V). — PHILIPPSON, *Ein Beitrag zur Erosionstheorie*, Petermanns, Mitteilungen, 32 Band, 1886.

leggermente inclinato B″B. Tale abrasione, avviene invece in modo che il profilo del versante A′B si trasformi successivamente in quelli rappresentati dalle rette A′B, A″B, ossia tale abrasione ha per effetto un successivo arretramento del vertice A del versante rispetto al piede e quindi un progressivo raddolcimento del pendìo.

Applicando questa osservazione ad un rilievo completo, rappresentato in sezione dalla fig. 25, si vede che gli effetti finali saranno:

1°) graduale raddolcimento dei pendìi;

2°) graduale passaggio nella forma della linea di cresta dalla dorsale, più o meno tondeggiante, alla cresta sottile;

3°) graduale abbassamento della linea di cresta.

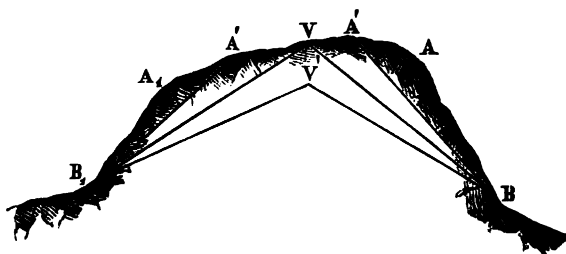


Fig. 25.

Proseguendo l'azione erosiva si verrebbe alla demolizione del rilievo, ma il raddolcimento dei pendìi si effettua solo fino ad un certo limite, oltre il quale, per la diminuita inclinazione, l'acqua non ha più la forza meccanica necessaria per asportare i detriti; questi, per effetto della disgregazione, si trasformano in terriccio, che ricopre la roccia e favorisce lo sviluppo della vegetazione, e così il pendìo tende a diventare stabile. Nella sistemazione del pendìo, il profilo del versante viene ad assumere configurazioni diverse, a seconda della possibilità o no di accumulo dei detriti al suo piede; quando i detriti si possono accumulare al piede, questo va sempre più avanzandosi ed il profilo tende alla linea curva concava verso l'alto (fig. 26); quando invece i detriti sono asportati dal piede, p. es. da una corrente acquea che lo lambisca, il profilo tende alla linea curva convessa verso l'alto (fig. 27). La prima forma si riscontra più facilmente nella parte alta della montagna, e vi è rappresentata dai profili delle vette; la seconda è caratteristica della parte bassa della montagna e

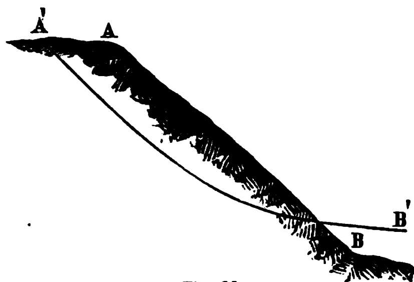


Fig. 26.

ci dà le forme tondeggianti della zona di falda. Le due curve si raccordano nel profilo complesso della montagna (fig. 28), e da esso facilmente si ricava che la praticabilità cresce gradatamente a partire dalla vetta e dal piede, cosicchè è massima nella zona di raccordamento delle due curve; tale zona di raccordamento corrisponde infatti ai così detti *alti terrazzi di montagna*, lungo i quali corrono le migliori strade della parte alta della montagna, sui quali si trovano generalmente gli ultimi campi, i buoni pascoli ed i punti più elevati di agglomerazione della popolazione.

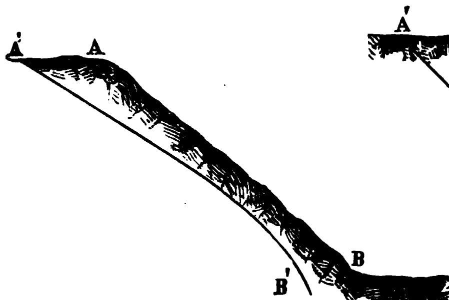


Fig. 27.

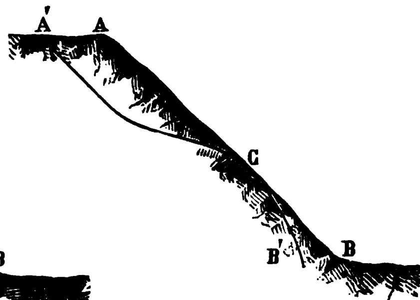


Fig. 28.

Il risultato della degradazione e della denudazione sulla linea di cresta, se essa fosse uniforme e costituita di rocce omogenee, si ridurrebbe, come si è accennato, al suo graduale restringimento, ossia al graduale passaggio dalla forma più o meno tondeggiante a quella di cresta sottile, ed al suo graduale abbassamento. Ma essendo la linea di cresta fin dalla sua formazione per lo più accidentata, l'azione di demolizione dovrà effettuarsi con diversa intensità nei suoi diversi punti, e non essendo poi la montagna sempre costituita dalle stesse rocce, queste presenteranno un diverso grado di resistenza alla demolizione. Da ciò deriva il frastagliamento della linea di cresta, ossia il suo frazionamento in denti, aguglie, cupole e tratti di dorsale, più o meno incisi, divisi da più o meno profondi valichi d'erosione. Il frastagliamento della linea di cresta avrà per risultato di rendere la montagna più difficilmente percorribile nel senso della direzione del rilievo, e più facilmente attraversabile in senso normale alla direzione stessa.

Il diverso grado di resistenza presentato dalle rocce alla loro demolizione ci conduce naturalmente a trattare degli effetti sul rilievo dipendenti dal diverso modo di comportarsi delle rocce di fronte alla degradazione meteorica, argomento di grande importanza negli studi geografici per l'intima relazione esistente fra tale fatto e le forme del terreno, ed anche per l'influenza che ciò può esercitare su alcuni altri caratteri geografici.

La causa principale della degradazione meteorica delle rocce è l'acqua e l'acido carbonico contenuto nell'atmosfera e tale causa può ritenersi costante e generale, ma diverse condizioni favoriscono più o meno la degradazione e determinano sensibili differenze.

Tali condizioni possono riassumersi nella natura e struttura delle rocce; nel loro assetto più o meno accidentato, in dipendenza dei fenomeni di dislocazione; nell'altitudine, esercitante una grande influenza sull'attività e sull'intensità del lavoro demolitore; nel rivestimento protettore di nevi, di vegetazione o di detriti; nell'inclinazione dei pendìi, influente sulla formazione dei rivestimenti ora detti, e così di seguito.

Tutto ciò concorre a rendere molto complesso questo studio, qualora si volesse esaminare l'effetto sul rilievo del modo di comportarsi di tutte le rocce col variare di alcune di queste condizioni; ma dovendo noi limitarci ai caratteri generali delle masse, potremo semplificare lo studio di questo argomento riducendolo alla considerazione delle poche rocce, che riscontransi in predominio nella costituzione dei rilievi terrestri.

Noi ci limiteremo pertanto qui alla considerazione delle rocce granitiche, delle calcari, delle arenarie e delle argille (1).

Sui rilievi di rocce granitiche gli effetti della degradazione saranno molto diversi a seconda dell'altitudine. Quando questa non è tale da dar luogo a continue e forti alternanze di gelo e disgelo, predominerà la degradazione per sgranatura, dipendente dal fatto dello stemprarsi del feldspato, e siccome tale degradazione avverrà più celeremente sugli spigoli, attaccati da due parti, che non sulle facce, così le forme risultanti saranno tondeggianti. Dove poi la poca inclinazione del pendìo lo permetterà, la roccia si trasformerà in posto sino ad una certa profondità in terriccio atto ad alimentare la vegetazione; dove invece il pendìo sarà ripido, i detriti cadendo formeranno al suo piede dei piani sabbiosi, a scarpa più o meno inclinata. Nel caso di alta montagna predominerà la degradazione meccanica, dovuta all'azione del gelo manifestantesi sopratutto per mezzo dei crepacci, ed allora avremo lo sfacelo della massa, e quindi linee di cresta frastagliate, pendìi a balze dirupate e frane di grossi blocchi ai piedi di esse. Tutte queste forme però, risentendo pure l'azione degradatrice per sgranatura, subiranno col tempo l'arrotondamento degli spigoli.

Poco differenti saranno gli effetti della degradazione su rilievi di rocce affini, per struttura cristallina e granulare, al granito, quali lo

(1) Per i particolari sul modo di comportarsi delle diverse rocce alla degradazione meteorica riferirsi ai *Cenni sommari descrittivi intorno alle principali rocce tipiche*, in appendice al presente capitolo.

gneiss, la serpentina, ecc. Generalmente però tali rocce presentano maggior resistenza alla degradazione per sgranatura, per la più regolare disposizione degli elementi costituenti e quindi per la maggior compattezza, e viceversa risentono più fortemente dell'azione meccanica delle acque per l'esistenza di più frequenti fessure e talvolta dei piani di stratificazione. Le forme derivanti dalla degradazione saranno perciò generalmente più frastagliate e con spigoli meno arrotondati che non quelle dei rilievi granitici. Tuttavia quando i gneiss ed i serpentini siano scistosi, o si tratti di rilievi costituiti da scisti più o meno cristallini, la degradazione avvenendo più facilmente secondo i piani di scistosità, risulteranno forme molto tondeggianti, specialmente lungo le linee di cresta.

Caratteristici sono gli effetti della degradazione meteorica sui rilievi costituiti di rocce calcari. Tali rocce risentono fortemente l'azione solvente dell'acqua, specialmente quando ricca di acido carbonico, ed agendo essa più sulle facce che non sugli spigoli, questi tenderanno sempre più ad acuirsi; oltre a ciò le rocce calcari sono di frequente molto e profondamente fessurate, per cui l'acqua, penetrando nell'interno, produce ampie cavernosità per soluzione di materiali, e potenti sfaceli per mezzo del gelo. Da tutto ciò, e da altri fatti inerenti alla dislocazione, di cui tratteremo a suo tempo, non che per la proprietà della roccia calcare di reggersi con forti inclinazioni, risultano forme tozze, cubiche o tabulari, con balze ertissime, sorgenti su piani leggermente inclinati, formatisi coi detriti.

La natura più o meno compatta, o più o meno cristallina della roccia calcare, come pure l'alternanza di strati di differente compattezza, e la diversa disposizione degli strati, le di cui testate possono affiorare lungo la linea di cresta o lungo i pendìi, sono tutti fatti che modificano fortemente gli effetti dell'azione della degradazione. In dipendenza di tali fatti potremo cioè avere linee di cresta fortemente frastagliate e pendìi a gradinate, con balze verticali od anche strapiombanti, e ciò per il più rapido consumarsi delle parti meno compatte.

Ai rilievi di rocce calcari cristalline si riattaccano quelli di rocce dolomitiche, che presentano per la loro struttura cristallina i maggiori frastagliamenti della linea di cresta.

Gli effetti della degradazione sui rilievi di rocce arenarie variano sopratutto col variare del grado di compattezza di tali rocce. Nelle arenarie compatte la degradazione si manifesta specialmente per mezzo dell'acqua sciogliente il cemento, che agglutina gli elementi costitutivi, ed abbiamo quindi forme tipiche a spigoli arrotondati, che la facilità alla demolizione, presentata dai piani di stratificazione, riduce molte volte a fantastiche figure di torri, piramidi, colonne, ecc.

Ad ogni modo i rilievi avranno quasi sempre linee di cresta smussate e pendìi a balze molto sgretolate, con inclinazioni molto variabili, in relazione colla compattezza della roccia, fino ai pendìi dolcemente inclinati, propri delle masse di sabbie incoerenti.

Nei rilievi di rocce argillose e marnose gli effetti della degradazione sono specialmente caratterizzati dal fatto che tali rocce imbevute d'acqua si impastano e scoscendono. Le forme risultanti dalla degradazione saranno quindi a dorsali piuttosto appiattite ed a fianchi dolcemente inclinati, ma con profili più sentiti che non quelli dei rilievi di sabbie sciolte, per la maggior resistenza che la roccia impastata presenta all'erosione delle acque.

Questi cenni intorno agli effetti della degradazione sulle forme del rilievo trovano il loro completamento nello studio che si farà più innanzi sulla classificazione morfologica della montagna, nel quale si terrà conto anche degli altri fatti, che, colla degradazione meteorica, concorrono a plasmare i rilievi terrestri.

8. Azione dell'acqua. — Lo studio dell'acqua come agente geografico è assai vario e complesso, stante la diversità delle forme che questo elemento può assumere e la varia sua distribuzione, cause influenti sensibilmente sul suo modo di agire.

L'acqua si trova: nell'atmosfera allo stato di vapore; sulla superficie terrestre in masse solide (nevi e ghiacciai) ed in masse liquide (torrenti, fiumi, laghi, mari); e nell'interno della terra, dove circola a poca profondità, formando un regime idrografico sotterraneo connesso a quello superficiale, o scende alle grandi profondità, entrando in campo come agente interno.

L'azione dell'acqua atmosferica è stata testè esaminata; intorno all'acqua delle grandi profondità si è parlato, trattando degli agenti interni, e così pure si è già accennato ad alcuni effetti dell'azione dell'acqua circolante alle piccole profondità, a proposito degli scoscendimenti. Qui ora si esaminerà l'azione delle acque superficiali nelle sue masse solide e liquide e si completeranno i cenni già dati intorno all'azione delle acque di sotterranea circolazione.

9. Azione dei ghiacciai (1). — L'azione di un ghiacciaio si manifesta, come per la maggior parte degli agenti esterni, in due modi, ossia con un lavoro distruttore, rappresentato dall'erosione glaciale, e con un lavoro costruttore, rappresentato dal trasporto ed accumulo di detriti.

---

(1) Per lo studio dell'azione dei ghiacciai consultisi specialmente:

STOPPANI, *L'era neozoica. Parte II della Geologia d'Italia, di G. Negri, A. Stoppani e G. Mercalli.* Milano 1880.

HEIM, *Handbuch der Gletscherkunde.* Stuttgart 1885.



Fig. 29. — Rocce arrotondate nei dintorni di San Maurizio nell'Engadina (Neumayr). (L'arrotondamento è reso ben evidente dal contrasto morfologico colla parte più elevata della montagna, e permette di segnare l'altezza raggiunta dal ghiacciaio).

L'erosione glaciale è, in massima parte, prodotta dallo strisciare della massa di ghiaccio sul fondo e sui fianchi della valle, e la sua intensità è aumentata dal materiale frammentario sul quale il ghiacciaio striscia o che trasporta in sospensione. Attestano il lavoro erosivo glaciale: le escavazioni; le rocce arrotondate (in francese *roches moutonnées*); la levigatura, rigatura e striatura delle rocce e dei ciottoli glaciali, ecc. Questi fenomeni erosivi servono a dare indizi dell'esistenza e dell'espansione di antichi ghiacciai, non che a precisare la loro posizione ed il loro sviluppo (fig. 29); essi possono facilmente distinguersi dai fenomeni analoghi dovuti all'azione erosiva delle acque, per la regolarità delle curve di arrotondamento, la rigatura e la striatura ad andamento rettilineo delle rocce e la forma non arrotondata dei ciottoli trasportati (fig. 30).

Più importante nei rapporti orografici è il lavoro costruttore dei ghiacciai. Il materiale trasportato e depositato dal ghiacciaio prende,

in causa dei suoi spostamenti, il nome generico di *erratico* (fig. 31), e la presenza di tale materiale in dati luoghi serve pure a determinare l'esistenza e lo sviluppo di antichi ghiacciai. Parti caratteristiche di



Fig. 30. — Ciottolo glaciale striato (Issel).



Fig. 31. — Terreno erratico presso Neuhof nel Mecklemburg (Wahnschaffe).

questo materiale sono i *massi erratici*, detti pure *trovanti*, alcuni dei quali hanno dimensioni considerevoli; ma più interessanti per

gli studi geografici sono gli accumuli di tale materiale formanti le *morene*.

I materiali che franano dai fianchi della montagna si arrestano sul dorso del ghiacciaio, disponendosi, in causa della sua superfice

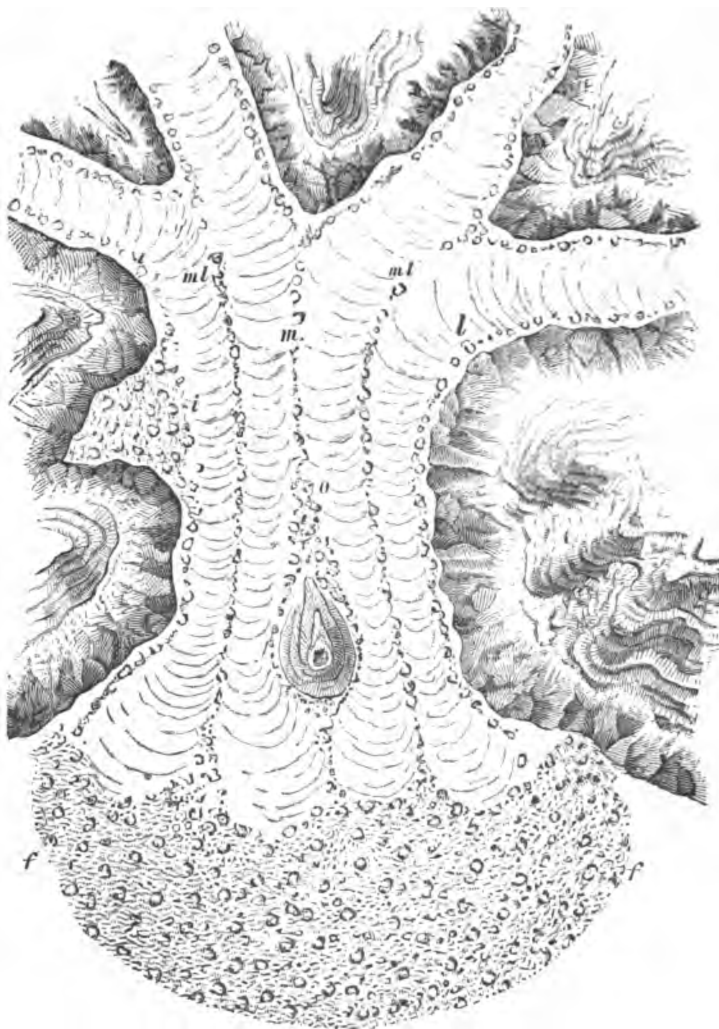


Fig. 32. — Formazione delle morene.

tondeggiante, verso i suoi margini. Ma il ghiacciaio trasporta continuamente tali materiali verso valle, e così si vengono formando lungo i suoi margini laterali due cordoni, che sono detti *morene laterali* (fig. 32, *l*). Coll'abbassarsi del ghiacciaio, nei periodi di ridu-

zione di esso, queste morene vengono abbandonate sui fianchi della valle e segnano le oscillazioni laterali del ghiacciaio.

La confluenza di due ghiacciai dà luogo alla riunione della morena laterale destra dell'uno colla sinistra dell'altro, e si ha così la *morena mediana* (fig. 32, *m*); se i ghiacciai confluenti sono tre, quattro, ecc., si avranno per formazione analoga altre morene intermedie, dette *morene medio-laterali* (fig. 32, *ml*).

La morena laterale incontrando nella sua discesa una rientranza nel fianco della valle, vi si insinua formandovi un accumulo di materiale morenico, che prende il nome di *morena insinuata* (fig. 32, *i*).

Qualsiasi morena incontrando una roccia in posto, che emerga dal ghiacciaio, viene da essa arrestata fino a quando il materiale addossatosi all'ostacolo non raggiunga una tal massa da poter superare i fianchi dell'ostacolo, e quindi riprendere il suo cammino. Questa formazione prende il nome di *morena di ostacolo* o *di rivestimento*, e dà luogo ad un rilievo più dolcemente inclinato, e quindi più facilmente accessibile da monte che non da valle (fig. 32, *o*).

Numerosi sono in ogni valle i poggi sorgenti sul fondo e che devono a questo fatto la grande differenza dei loro pendìi; tali sarebbero ad esempio nella valle della Dora Riparia il poggio di Exilles, i poggi di Susa e quelli di Avigliana.

I materiali delle diverse morene vengono a riunirsi al termine del ghiacciaio ed a formarvi la *morena frontale* (*terminale*, *marginale* o *coronale*) (fig. 32, *f*), la quale assume disposizione arcuata verso valle, come la fronte del ghiacciaio.

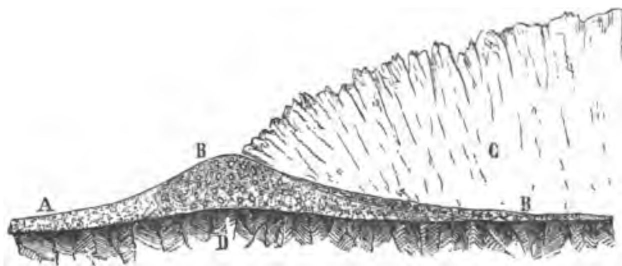


Fig. 33. — Sezione alla parte terminale di un ghiacciaio (Penck).

A, Detrito glaciale rimaneggiato. - B, Morena frontale. - B', Morena profonda. C, Ghiacciaio. - D, Alveo del ghiacciaio.

Il materiale trascinato e triturato dalla pressione del ghiacciaio contro il fondo dell'alveo roccioso, costituisce la così detta *morena di fondo* o *profonda*, che emergendo al lembo estremo del ghiacciaio s'incorpora nella morena frontale (fig. 33).

Il ghiacciaio ritirandosi abbandona la morena frontale; proseguendo poi la sua ritirata con soste più o meno lunghe, costruisce ed abbandona altre morene frontali sensibilmente concentriche alla prima e costituenti nel loro complesso un *anfiteatro morenico.*

Gli anfiteatri morenici sono elementi geografici di grande importanza, specialmente dal punto di vista militare, e particolarmente interessano lo studio geografico militare del bassopiano del Po, ove costituiscono le posizioni di sbocco per operazioni dirette dall'interno della regione alpina verso il piano o viceversa, oppure l'appoggio d'ala settentrionale delle linee di difesa formate dagli affluenti di sinistra del Po, in operazioni dirette da occidente ad oriente o viceversa. È quindi necessario il farsi un'idea della morfologia complessiva di un anfiteatro morenico.

La configurazione planimetrica di un anfiteatro morenico è all'incirca quella di un settore circolare convesso verso la valle. Tale settore è coperto da linee collinose concentriche, rappresentate dalle morene frontali, raccordantisi alle montagne che fiancheggiano lo sbocco dell'avvallamento percorso dal ghiacciaio (es.: anfiteatro morenico del Garda), od appoggiantisi alle morene laterali che si protendono nel piano (es.: anfiteatro morenico d'Ivrea).

Considerando la configurazione altimetrica dell'anfiteatro morenico, si vede che il suo piano di posa è generalmente costituito dalle preesistenti formazioni diluviali (*conoidi diluviali* o *preglaciali*), che con dolce pendenza si stendono dagli sbocchi delle valli verso il piano. Tale pendenza è talvolta appena sensibile, per effetto dello schiacciamento delle formazioni diluviali operato dalla massa glaciale, anzi in qualche caso, essendo stato il terreno diluviale escavato dal ghiacciaio, il piano di posa presenta un'inclinazione verso monte. Sopra questo piano di posa sorgono le cerchie moreniche, spesso con altitudini decrescenti a partire dalla più esterna, corrispondente al periodo di massima espansione e di maggior forza di trasporto del ghiacciaio. Le cerchie moreniche presentano generalmente il versante esterno foggiato a spalto unito e non fortemente inclinato, per il naturale disporsi dei materiali scaricati dal ghiacciaio; il versante interno più ripido e foggiato a gradini (*terrazze moreniche*), risultanti dai depositi di materiale fatti sul versante stesso dal ghiacciaio nelle soste durante il suo regresso; ciò vale a stabilire una sensibile differenza nella praticabilità e nelle condizioni tattiche dei due versanti. Tali terrazze moreniche trovansi per la stessa ragione anche nel versante a monte delle morene d'ostacolo e diminuiscono qualche volta la facile accessibilità di tale versante, dipendente, come si è detto, dal modo di costruzione di tali rilievi.

In natura è difficile trovare anfiteatri morenici presentanti una regolare disposizione, quale è stata ora accennata. La preesistenza di rocce in posto, le continue ed alternantesi oscillazioni del ghiacciaio, l'azione erosiva delle acque di disgelo ed in genere l'azione delle forze trasformatrici della superficie terrestre, sono tutte cause di perturbazione nella regolare costruzione di un anfiteatro morenico o di alterazioni della sua primitiva configurazione. Molte volte le perturbazioni ed alterazioni sono tali da impedire o far scomparire la disposizione delle cerchie moreniche ad anfiteatro, e si ha invece una regione confusa, intralciata di linee, di masse collinose, di pianori, di valli e di piccoli laghi intercedenti.

A queste differenze morfologiche si aggiunga il fatto della possibile diversa natura dei terreni costituenti le formazioni moreniche, direttamente dipendente dalla natura delle rocce delle valli dove ebbero origine e sviluppo i ghiacciai, ed allora si comprenderà facilmente come gli anfiteatri morenici possano presentare alcune differenze anche negli altri caratteri geografici, quali le condizioni idrografiche, la vegetazione, la rete stradale, l'abitabilità, ecc.

Però, malgrado le accennate differenze morfologiche e l'eventuale diversa natura del terreno, le regioni moreniche hanno una fisonomia geografica loro propria, caratterizzata da un complesso di fatti che valgono a differenziarle dalle altre regioni, e di tale loro fisonomia, come pure della loro distribuzione geografica, tratteremo nel capitolo sulle *regioni geografiche*, completando così i pochi cenni testè dati sulla configurazione di un anfiteatro morenico, esclusivamente dal punto di vista morfologico.

10. Azione delle acque di circolazione sotterranea. — A formare le acque correnti superficiali concorrono coi ghiacciai le acque di circolazione sotterranea, le quali costituiscono nel sottosuolo una rete idrografica, che è intimamente collegata con quella superficiale. È perciò opportuno che allo studio dell'azione dei ghiacciai segua quello delle acque di circolazione sotterranea.

L'assorbimento delle acque per parte delle rocce, quando le acque sono abbondanti, non si arresta ai limiti già considerati nell'esame dell'azione dell'acqua atmosferica. Le acque penetrano nelle rocce a diverse profondità e vi circolano per filamenti appena percettibili, o più liberamente, costituendo vene, falde, veli acquiferi ed anche canali e bacini lacustri sotterranei.

In tale circolazione le acque esercitano un duplice lavoro di costruzione e di distruzione.

Il lavoro di costruzione delle acque di circolazione sotterranea si manifesta mediante la cementazione dei materiali detritici ed il riempimento delle fessure e crepacci delle rocce, ai quali fatti si

collega quello delle incrostazioni, che si verifica in parte anche alla superfice del suolo.

La cementazione dei materiali detritici s'effettua col depositarsi fra gli interstizi di tali materiali delle sostanze cementanti, tenute dall'acqua in soluzione od in sospensione. I cementi più diffusi sono il siliceo, il calcareo e l'argilloso; meno diffusi il ferroso, il bituminoso. Le cementazioni più resistenti sono le silicee, minor resistenza presentano le calcari, ed ancora minore le argillose. Raramente però le cementazioni sono fatte con una sola specie di cemento, più frequentemente con diversi cementi e diconsi miste. I principali prodotti di cementazione sono (1):

1°) I *conglomerati*, caratterizzati dalla eterogeneità delle forme e delle dimensioni degli elementi, e dalla cementazione incompleta; distinguonsi con denominazioni indicanti il predominio dei ciottoli di una data specie;

2°) Le *puddinghe:* conglomerati a cementazione più compatta e costituiti di elementi tondeggianti; hanno classificazioni analoghe ai conglomerati, ma assumono anche denominazioni speciali, come: *ceppo*, *gomfolite*, *nagelflue*, ecc.;

3°) Le *arenarie*, costituite di elementi piuttosto sottili, quali le sabbie; hanno resistenza variabile col cemento, classificazioni pure analoghe a quelle dei conglomerati ed anche, come le puddinghe, denominazioni speciali, ad esempio: *macigno*, *molassa*, *molera*, *pietra forte*, *pietra serena*, ecc.;

4°) Le *brecce*, formate di elementi angolosi, e risultanti dalla cementazione di materiali franati o di rocce screpolate e rimaste sul posto; hanno distinzioni e classificazioni analoghe a quelle dei conglomerati.

Il lavoro di riempimento delle fessure o crepacci delle rocce si effettua mediante la deposizione in essi dei materiali contenuti in soluzione od in sospensione dalle acque, ed ha per effetto di conferire alle rocce una maggior compattezza, eliminando una delle cause principali che ne prepara la demolizione.

Il lavoro d'incrostazione viene effettuato per opera di acque ricche di carbonato di calce, che depositano una specie di crosta intorno ai corpi investiti o sulle rocce attraverso le quali filtrano o sulle quali scorrono. Fra i più noti esempi di acque incrostanti vi è quello del Roaring-fluss (in inglese significa fiume muggente) nell'isola di Giamaica, corrente ricchissima di bicarbonato di calce,

(1) Per particolari riferirsi agli indicati *Cenni sommari descrittivi intorno alle principali rocce tipiche.*

e per la quale l'evaporazione dell'acqua è agevolata dalle sue cascate, di modo che le boscaglie ch'essa investe sono rapidamente impietrite, ed il fiume crea barriere a sè stesso, che lo obbligano a mutare direzione (1). Esempi meno imponenti, ma pur sempre interessanti, sono offerti dal Velino a Terni e dall'Aniene in vicinanza di Tivoli,

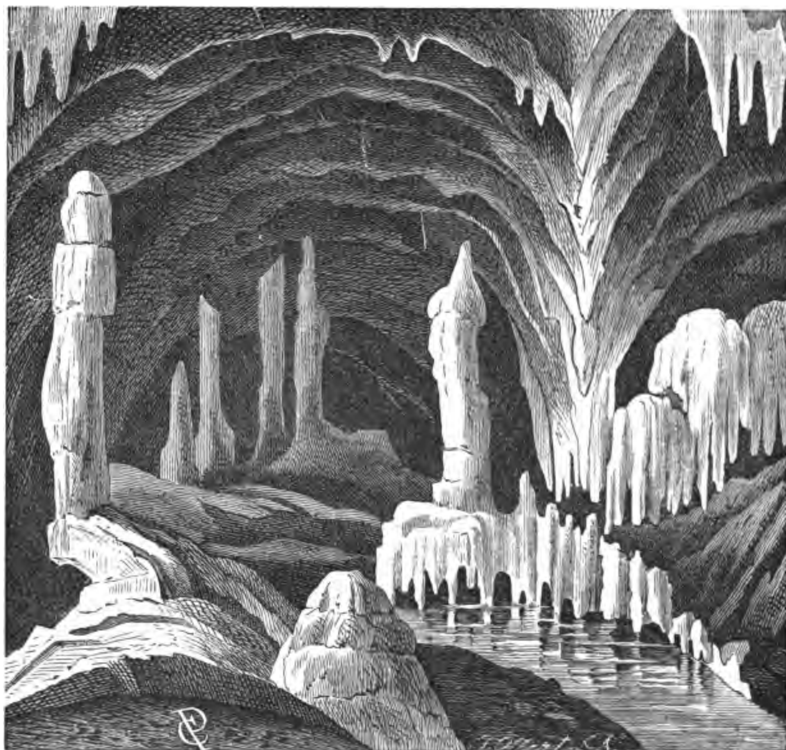


Fig. 34. — Stalattiti e stalagmiti nella grotta di Adelsberg in Carniola (Neumayr).

dove precipita in spumeggianti cascate. I principali prodotti delle incrostazioni sono (2):

1°) Le *stalattiti* e le *stalagmiti*, formate dalle acque filtranti attraverso le rocce, colla sovrapposizione di anelli di carbonato calcare (fig. 34);

2°) I *tufi calcari*, derivanti da incrostazioni di residui minerali o vegetali o da depositi rivestenti il terreno. Fra di essi è notevole

(1) Stoppani, *Corso di geologia*, già cit. (cnfr. vol. I, pag. 300, e vol. II, p. 128).

(2) Per particolari riferirsi agli indicati *Cenni sommari descrittivi intorno alle principali rocce tipiche.*

il *travertino*, assai sviluppato nell'Italia centrale e meridionale, e costituente un ottimo materiale di costruzione per la sua leggerezza, lavorabilità, attitudine alla cementazione e resistenza agli agenti atmosferici.

Il lavoro di costruzione delle acque di sotterranea circolazione non può effettuarsi senza un corrispondente lavoro di distruzione, che fornisca alle acque il mezzo per potere effettuare le proprie costruzioni, e tale lavoro distruttivo delle acque di circolazione sotterranea ha luogo mediante la soluzione o lo stempramento dei materiali costituenti le rocce.

Un risultato di questo lavoro è già stato studiato nell'azione dell'acqua atmosferica, trattando degli scoscendimenti. Un altro risultato si ha nella formazione delle caverne sotterranee e delle cavità superficiali, dovute specialmente allo scioglimento della roccia e quindi frequenti nei terreni calcari in genere, e frequentissime nei terreni costituiti da speciali rocce calcari, molto facilmente erodibili, e che appunto denominansi *calcari cavernosi.*

Fra le più celebri caverne notansi: la caverna del Mammut, nel Kentucky; le grotte di Han nel Belgio, ove si sprofonda la Lesse affluente della Mosa; quelle del Carso, ecc.

Il terreno scavato dall'azione delle acque è soggetto a frequenti sprofondamenti, che danno luogo a cavità superficiali, imbutiformi, assumenti denominazioni varie a seconda delle diverse regioni, e delle quali le principali sono: nel Carso: *foibe* (dal lat. *foveae* = fosse (fig. 35)), *doline* (dallo slavo *dolnia* = piccola valle), *polie*, ecc.; nelle Prealpi venete: *buse*, *ingiotidori*, *pirioni*, *sperlonghe*, *slunte*, *lore*, ecc.; nelle Alpi occidentali: *gorge*, *gippiere*, ecc.; nell'Italia meridionale: *gorghi*, *puli*, ecc.; in Francia: *gouffres*, *entonnoirs*, *embues*, *bétoirs*, *avens*, ecc.; nel Giura: *creux*, *pots*, *emposieux;* in Bosnia, *ponor;* in Grecia, *catabotre;* nell'America del Nord, *sinks.*

Tali cavità esterne si formano però non solo per sprofondamento, ma anche per azione erodente e solvente superficiale, specialmente nelle regioni ad altipiano, dove l'acqua ha maggior possibilità di soffermarsi.

Questi fatti concorrono a determinare la particolare fisionomia geografica delle regioni di altipiani calcari, e siccome essa è tipicamente rappresentata nel Carso, tali regioni prendono il nome di *regioni carsiche*, ed i fenomeni, specialmente idrografici, che in esse si verificano, chiamansi *fenomeni carsici.*

Di tali regioni, considerate nei loro caratteri geografici e nella loro distribuzione, ci occuperemo nel capitolo delle *regioni geografiche.*

11. Azioni delle correnti. — La potenza dinamica di una corrente dipende da un complesso di cause riassumentisi nella massa



Fig. 35. — Una foiba del Carso triestino (Neumayr).

della corrente, nella sua velocità, e nella quantità e qualità dei materiali travolti.

Per mezzo della sua potenza dinamica la corrente effettua un lavoro di erosione sul terreno che investe, un lavoro di trasporto del materiale eroso da essa stessa e dalle altre forme disgregatrici, e fa subire al materiale trasportato parziali modificazioni, consistenti specialmente nell'arrotondamento dei suoi elementi, per cui tale materiale distinguesi da quello trasportato dai ghiacciai e dal mare, e dicesi *rotolato*.

Scendendo la corrente verso valle, essa incontra generalmente terreni meno inclinati e perde perciò in velocità. Tale perdita è così grande che, malgrado l'aumento della massa, derivante dal sommarsi degli affluenti, scema la potenza dinamica della corrente ed essa diventa incapace di continuare a trasportare i materiali fino ad un certo punto travolti e li abbandona successivamente in ordine decrescente di peso, allorchè tale peso è divenuto superiore alle sue forze.

Si manifesta in tal modo un terzo lavoro della corrente, quello cioè di deposito, che rappresenta il lavoro di costruzione, compensatore del lavoro di distruzione dovuto all'erosione.

Tre sono quindi le manifestazioni del lavoro della corrente: erosione, trasporto e deposito. Queste tre manifestazioni non si palesano mai distintamente separate una dall'altra, poichè in ogni suo punto la corrente erode, trasporta e deposita, ma la misura dei singoli lavori è in ogni punto assai diversa. Prendiamo a considerare una corrente di tipo normale, quella cioè che ha origine montana e scorre dapprima su fondo fortemente inclinato, quindi attraverso terreno meno inclinato, quale è quello costituito dalle zone collinose o di alta pianura, ed entra infine nella bassa pianura, dove vaga fino alla sua foce. Il corso di tale corrente potrà considerarsi diviso in tre parti: corso superiore, corso medio e corso inferiore, e si potrà in massima dire che nella prima parte predomina il lavoro di erosione, nell'ultima il lavoro di deposito, e che nell'intermedia i due lavori tendono a bilanciarsi. Da questa diversa distribuzione del lavoro della corrente lungo il suo sviluppo, deriva la sistemazione del profilo longitudinale dell'alveo della corrente, che tende gradatamente ad una curva concava verso l'alto. Queste considerazioni possono valere a dare una generica idea intorno al lavoro della corrente, ma non servono a precisare quest'idea per la molteplicità e varietà dei fenomeni che accompagnano la corrente nel suo sviluppo. Per acquistare un'idea precisa del lavoro della corrente è necessario seguirla e considerarla nei suoi diversi tratti.

Nel corso superiore della corrente predomina il lavoro erosivo ed è esso che effettua il modellamento del bacino di ricevimento, di quella zona cioè nella quale le acque selvagge ed i ruscelli confluiscono per costituire la corrente.

Per effetto di tale lavoro il bacino di ricevimento assume generalmente una forma che nel suo complesso ci si presenta come un imbuto, la di cui larga testata viene riducendosi ad un angusto sbocco (fig. 36). Tale forma è appunto dovuta al lavoro erosivo delle acque, le quali sparse alla testata su ampia superficie e raccogliendosi successivamente in un sol corpo, esercitano la loro azione dapprima con grande estensione e poca profondità, e successivamente sempre su minor estensione e con maggior profondità.

Gli effetti del lavoro d'erosione, oltre che dalla potenza dinamica della corrente, dipendono dal grado di resistenza che le rocce presentano, o da cause inerenti alla dislocazione, quali le fratture, che agevolano il lavoro d'erosione, ed i salti che aumentano la forza della corrente. Come risultati massimi dell'azione erosiva delle correnti abbiamo le *gole*, le *forre*, le *chiuse*, ecc. (fig. 37), frequenti in tutte le

regioni montane e che possono incontrarsi in qualsiasi tratto della corrente, specialmente là dove un rilievo sbarrava il cammino alle acque. Al lavoro d'erosione della corrente devesi l'escavazione di intere valli, dette appunto d'erosione, e che in regioni di terreni facilmente erodibili, presentano alvei profondamente incassati fra pareti altissime e pressochè verticali. Esempi meravigliosi ci sono offerti dai *cañons* dell'altipiano calcare del Colorado (fig. 38) (1) e dalle gole nel *löss* della Cina (fig. 39) (2), i quali esempi hanno,

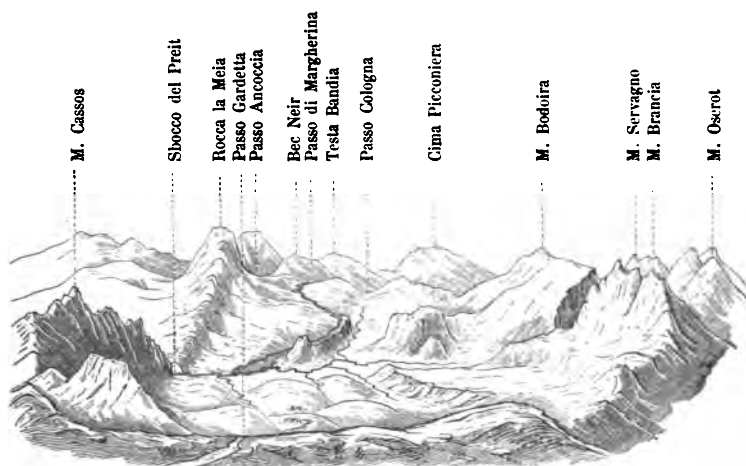


Fig. 36. — Bacino di ricevimento del Preit, affluente di destra della Maira. (Da uno schizzo del Cap. Cattaneo).

salvo le proporzioni, riscontri nelle *gravine* dell'Appennino lucano-calabrese, nelle *lame* delle Murgie ed anche nelle vallette d'erosione dell'Astigiano.

---

(1) La descrizione di queste valli è data nell'opera del Dutton, *Tertiary History of the Grand Cañon District*. Washington 1882. Un breve riassunto trovasi nel Neumayr, *La Terra* (trad. dal tedesco). Torino 1896 (cnfr. pag. 149 e seguenti).

(2) I geologi tedeschi danno il nome di *löss* a certi terreni quaternari formatisi col deposito di un limo di natura argilloso-calcare e caratterizzati da colore giallastro, dà particolari elementi mineralogici e da fossili peculiari; chiamano invece col nome di *lehm* i depositi quaternari, che riposano sui precedenti e che sono più poveri di elementi calcarei. Questi termini non sono però ben definiti nè per natura litologica, nè per età e si estendono da molti ai depositi argillosi in genere, rispettivamente più o meno ricchi di calcare. Nella Cina i sedimenti di löss coprono intiere zone di paese, che scavate dai fiumi, presentano un caratteristico paesaggio ed un terreno di praticabilità assai difficile (v. Richthofen, *China Ergebnisse eigener Reisen und darauf gegründeter Studien*. Berlin 1877-1883).



Fig. 37. — La chiusa di Lichtenstein presso San Giovanni in Pongau nel Salisburgo (Neumayr).



Fig. 38. — Cañons del Colorado (Issel).

Nel primo tratto della corrente, insieme al lavoro erosivo, si manifesta anche un intenso lavoro di trasporto, per cui la massima parte del materiale eroso viene portato allo sbocco del bacino montano. Piuttosto limitata è invece in questo tratto l'azione di deposito, la quale riducesi a parziali abbandoni di materiale nelle porzioni meno inclinate dell'alveo.

Sboccando dal bacino montano la corrente entra generalmente in una valle più ampia o nel piano, e questo passaggio è generalmente segnato da una spezzatura o da un salto nel profilo longitudinale dell'alveo e dall'allargarsi della sua sezione trasversale, non più ristretta tra i fianchi della montagna. Da questi due fatti deriva una sensibile e subitanea diminuzione nella velocità della corrente, quindi nella sua capacità di trasporto, e perciò si verifica l'abbandono di gran parte del materiale detritico travolto dalla corrente fino allo sbocco. A questo fatto si dà il nome di *deiezione*, alludendo con ciò al proiettarsi del materiale fuori del bacino montano ed al suo sbarazzamento.

Diminuendo la velocità della corrente da monte a valle e dal filone verso le sponde, il materiale deietto tenderà a disporsi

secondo curve circolari di diverso livello, costituenti nel loro insieme una superficie conica schiacciata, e più precisamente una superficie conoidica, non essendo lo sbocco A un punto matematico (fig. 40). A tale formazione si dà il nome di *deposito di espandimento* oppure di *cono* o *conoide di deiezione.*



Fig. 39. — Gola nel löss della Cina (v. Richthofen).

L'ampiezza della conoide e la sua inclinazione possono dipendere da molte cause, e più specialmente dalla quantità e qualità dei detriti, dalla spezzatura nella curva del profilo longitudinale dell'alveo e dalla potenza dinamica della corrente.

Sulla conoide in formazione si riversa la corrente coprendola interamente, ma gradatamente le acque tendono a raccogliersi ed a sistemarsi in un solco, che incidono sulla conoide e mediante il quale la scavalcano, per proseguire il loro cammino. La conoide, non più inondata, si solidifica; i suoi materiali rocciosi si trasformano, per opera degli agenti esterni, in terriccio; il terreno si riveste di vegetazione, si copre di coltivazioni; qua e là sorgono i fabbricati e sul dorso della conoide si tracciano le strade.

La natura del terreno della conoide è direttamente dipendente da quella della valle d'origine, quindi assai varia, ed il conseguente aspetto della conoide può generalmente ritenersi inverso di quello delle montagne adiacenti; ossia quando queste sono di forme aspre, di rocce poco friabili, nude di vegetazione, poco accessibili alle strade,

sulla conoide si concentra la vita, si stende la vegetazione, sorgono i fabbricati e corrono le strade; quando le montagne sono a forme dolci e di rocce molto friabili, la conoide è per lo più instabile ed il contrasto si inverte. L'aspetto della conoide è anche dipendente dalla sua età: le conoidi antiche, ben assodate, e sulle quali già si sono sistemate le acque, offrono buone condizioni allo stabilirsi della vita

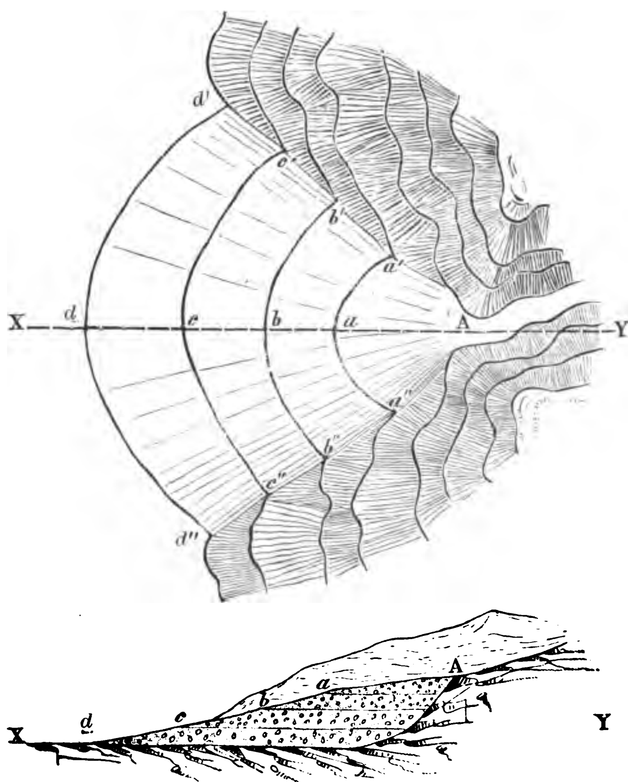


Fig. 40. — Tipo schematico della conoide di deiezione.

vegetale ed animale; le conoidi recenti, o tuttora in formazione, invase dalle acque e costituite di detriti continuamente rimossi, non permettono lo sviluppo della vegetazione, nè chiamano l'uomo a stabilirvisi.

Le conoidi costituiscono interessanti oggetti geografici e specialmente interessanti sotto il punto di vista militare, sia come posizioni di sbocco delle rispettive valli, sia come posizioni di sbarramento di una valle nella quale immettano altre valli colle proprie conoidi. Particolare importanza rivestono in questo secondo caso, specialmente nelle valli relativamente anguste della zona montana,

ove costituiscono ottime posizioni tattiche aventi dominio e campo di vista; buoni appoggi d'ala da una parte contro la montagna, dall'altra contro la corrente principale, rigettata verso l'opposto fianco della valle; protezione sul fronte, costituito dalla corrente lambente il piede della conoide, e terreno facile per gli spostamenti. Un esempio evidente delle buone condizioni difensive presentate da una conoide, come posizione di sbarramento, lo si ha nella conoide del torrente Neraissa (affluente di sinistra della Stura di Demonte), che venne utilizzata per l'erezione del forte di Vinadio (fig. 41). Il succedersi in

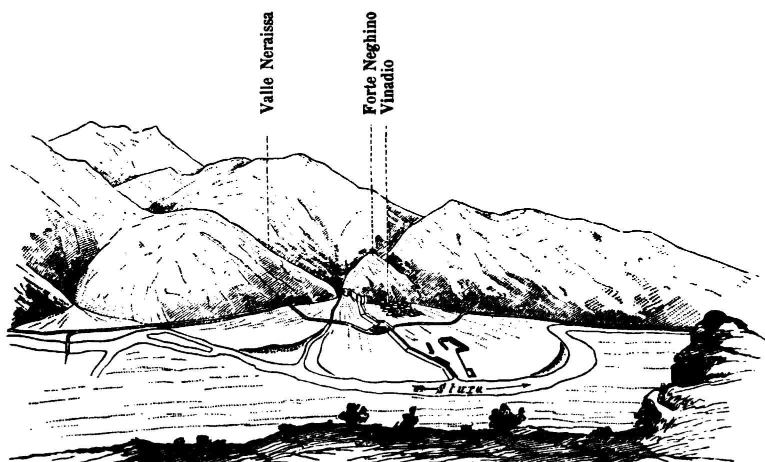


Fig. 41. — Conoide di Vinadio (Da uno schizzo del Cap. Cattaneo).

una stessa valle di parecchie conoidi, può inoltre dar luogo ad un sistema di posizioni tattiche successive, e talvolta due conoidi ravvicinate, sboccanti da due opposti fianchi della valle, possono costituire una completa posizione di sbarramento. Di tale formazione si ha un esempio nella valle del Ticino a monte di Bellinzona « dove « due leggieri coni di deiezioni a Gorduno (riva destra) e ad Arbedo « (riva sinistra), determinerebbero la posizione avanzata (per truppe « italiane occupanti Bellinzona), sulla quale si avrebbe l'opportunità « d'osteggiare il congiungimento delle colonne nemiche scendenti « per la Moesa e pel Ticino, e la possibilità anche di effettuare dopo « una resistenza ad oltranza, una ritirata laterale pel vallone di « Arbedo al colle di San Jorio, prendendo così una minacciosa po- « sizione di fianco alla strada che il nemico dovrebbe seguire per « attaccare Bellinzona » (1).

(1) Perrucchetti, *Teatro di guerra italo-svizzero. Dal Po al Reno.* Torino 1882 (cnfr. pag. 44).

La conoide non presenta sempre la regolare disposizione raffigurata, o per circostanze inerenti alla sua primitiva costruzione, o per subìte trasformazioni. Impediscono la regolare formazione della conoide l'ampiezza del punto di sbocco e le rocce preesistenti; concorrono ad alterarne la tipica configurazione l'intrecciarsi di conoidi contigue, formanti un solo elemento con superfice inclinata in vario senso, e sopratutto l'azione erosiva delle acque che squarcia la conoide e la trasforma in pianori collinosi.

Le conoidi di deiezione attuali ed antiche si trovano allo sbocco di quasi tutte le valli, e le seconde, distinguibili sopratutto per le grandiose dimensioni, corrispondendo al periodo diluviale, diconsi *conoidi diluviali* o *preglaciali*. Gli esempi di conoidi attuali bene appariscenti sono numerosissimi e fra i molti, anche facilmente riscontrabili sulle carte, citiamo in località diverse quelle di Chianoc e Foresto nella valle della Dora riparia (1), di La Salle nella valle della Dora baltea (2) e quelle dell'alta valle dell'Adige fra Glurns e Bolzano (3). Esempi di conoidi antiche ne abbiamo pure parecchi nella valle del Po, specialmente in corrispondenza degli sbocchi delle vallate dei suoi affluenti alpini. La maggior parte di tali conoidi compresse od escavate dai ghiacciai, coperte da formazioni moreniche, sconvolte ed erose dalle acque, assumono però forma di pianori più o meno collinosi; poche conservansi ancora così ben compaginate da presentare i tratti caratteristici della configurazione tipica. Una di queste è la conoide della Stura di Lanzo, che quantunque squarciata dalle acque, ci si presenta in tutta la sua grandiosità, non essendo stata ricoperta da formazioni moreniche (fig. 42).

Deietti i materiali dal bacino montano, ossia costrutta la conoide e scavalcatala, la corrente entra in piano e quivi, diminuendo la sua capacità di trasporto, si manifesta in forte misura il lavoro di deposito, col quale essa abbàndona una grande parte dei materiali trasportati; tale lavoro prende il nome di *alluvionamento* ed i depositi abbandonati dalla corrente diconsi *alluvioni* (*alluvium*). Per distinguere però i depositi recenti dagli antichi, questi ultimi sono detti *depositi diluviali* (*diluvium*), perchè corrispondenti al primo periodo dell'era quaternaria.

Tali depositi per mancanza di sbocco ristretto e d'ostacoli laterali, si stenderanno uniformemente da ambe le parti del corso della corrente e tenderanno ad assumere la forma d'una superficie cilindrica. La massa dei depositi andrà sempre aumentando nei periodi

(1) V. *Tavolette per la Carta d'Italia al* 100 *mila* (25 *mila*), Foglio 55, III, N. E., Bussoleno.

(2) Come sopra (50 *mila*), Foglio, 28, III, Morgex.

(3) V. *Special Karte der Oest-ung. Monarchie* (75 *mila*), Zone 19, Col. III, Glurns und Ortler-Spitze, col. IV, Meran.

Fig. 42. — Conoide della Stura di Lanzo.
(Da un rilievo plastico di Locchi, scala unica 1 : 50000; fotografia del Ten. Gastaldi).

di piena e coprirà tutta quella zona che forma l'*alveo di piena* della corrente (fig. 43); ma sopra di essa si sistemeranno le acque nei periodi di magra, tracciandovi un solco, che va sempre più approfondendosi e rappresenta l'*alveo di magra* della corrente. Questa alternanza fra l'innalzamento generale della zona e l'approfondimento dell'alveo di magra della

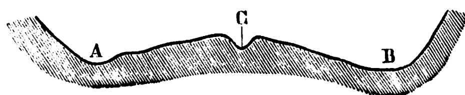


Fig. 43. — Alvei della corrente in piano.
AB, alveo di piena. — C, alveo di magra.

corrente costituisce una delle leggi del lavoro delle correnti, quella cioè che le *acque di magra erodono i depositi di piena.* Dal verificarsi di questa legge deriva una variazione nel senso verticale dell'alveo della corrente, che la piena tende ad innalzare e la magra ad abbassare. Nel basso corso della corrente la magra non riesce a distruggere il lavoro della piena, tanto più che essa, insieme all'azione erosiva, effettua, per la diminuita velocità, anche una parziale azione di deposito; si ha quindi come risultato finale il graduale innalzarsi dell'alveo della corrente, per cui in quel tratto la corrente tende a diventare pensile.

Oltre a queste variazioni dell'alveo in senso verticale, altre se ne verificano in senso laterale, esse pure dovute all'azione di deposito e di erosione della corrente e che influiscono sull'andamento complessivo della corrente, considerato in senso orizzontale, il quale dicesi *linea di corso della corrente.* La corrente procede ben di rado rettilinea, poichè le ineguali sporgenze dei fianchi della valle, l'ineguaglianza delle deiezioni dei suoi affluenti, il depositarsi di materiali da essa stessa trasportati, la obbligano a deviare ora in un senso ed ora in un altro. Da uno di questi fatti il filone della corrente è spinto verso una delle sponde dell'alveo e da questa è rimbalzato verso la sponda opposta, ed urtando alternativamente contro le due sponde le erode, cosicchè l'alveo disegna una linea curva che dicesi *meandro* (fig. 44).

La curva primitiva di un meandro viene sempre più esagerandosi, poichè la corrente erode la sponda verso la quale è spinta ed abbandona i proprî depositi sulla sponda opposta, dando luogo allo allungamento della primitiva sporgenza. Accentuandosi la curva, la corrente assume un moto che tende al curvilineo, e ritornando a valle quasi sul proprio cammino, erode la penisola alla sua base, cosicchè il meandro prende forma curvilinea molto accentuata, alla quale si dà il nome di *ansa* (fig. 45). Continuando l'erosione della base della penisola, questa finisce per essere distaccata dalla propria sponda e forma un'*isola di erosione* (fig. 46). La corrente viene così a dividersi in due rami e seguendo colla sua massa maggiore il nuovo ramo, più rettilineo, l'altro finisce per ostruirsi. L'ostruzione sarà più rapida a monte, ove maggiore è il prodotto della deiezione laterale, e l'ansa si trasforma in una *lanca* (fig. 47); ma successivamente l'ostruzione avviene anche a valle, per cui la lanca viene ridotta ad uno *stagno* (fig. 48), che per mancanza d'alimentazione si prosciuga, formando un *alveo* o *braccio morto* della corrente (fig. 49).

Quando poi la corrente incontra un ostacolo che la obbliga a bipartirsi, deposita attorno ad esso i materiali trasportati, in ordine decrescente di peso e quindi di volume, e riunendosi di nuovo a valle dell'ostacolo, dà a questo la forma di un'isola arrotondata a

monte, appuntata a valle, e costituita di materiali più grossolani a monte che non a valle; a tale formazione si dà il nome di *isola di deiezione* (fig. 50, *D*).

In conseguenza di questi fatti la corrente vaga nel piano ed il suo alveo assume un andamento tortuoso e continuamente mutevole (fig. 50), rappresentato da una curva serpeggiante, frequentemente divisa in più rami dalle numerose isole, ed intrecciantesi con altre curve, disegnanti gli antichi alvei della corrente, ora morti o ridotti a lanche od a stagni. Tali variazioni nell'andamento dell'alveo costituiscono un interessante fenomeno del lavoro delle correnti e concorrono ad attestare le continue trasformazioni, cui le reti idrografiche vanno soggette, e delle quali si terrà parola nel capitolo sulle *Acque*.

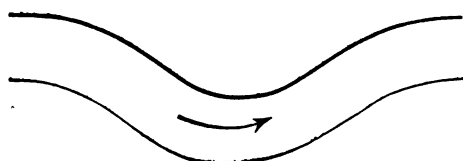


Fig. 44. — Meandro.

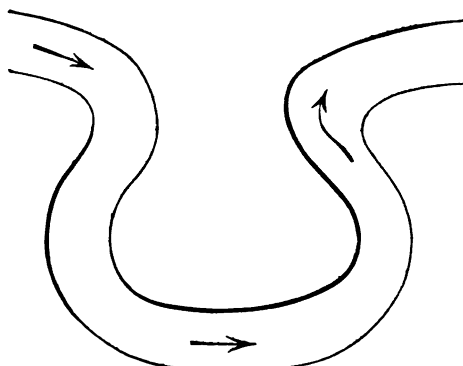


Fig. 45. — Ansa.

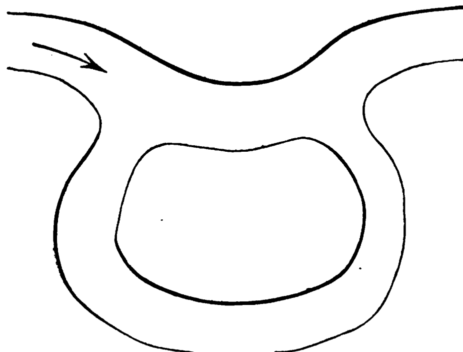


Fig. 46. — Isola d'erosione.

In tutte queste trasformazioni si verifica un'altra legge del lavoro della corrente che può così formularsi: *la corrente erode la sponda concava ed alluviona la sponda convessa.* Questa legge ci dà la possibilità di indovinare il profilo trasversale dell'alveo della corrente, dove essa descrive una determinata curva, e di fare sulla configurazione delle sue sponde alcune induzioni, che hanno qualche importanza, specialmente in operazioni militari di passaggio dei corsi d'acqua.

Al lavoro di erosione della corrente che tende ad abbassarne l'alveo, è dovuto il fenomeno del *terrazzamento*, ossia della formazione di successivi gradini o terrazzi, fiancheggianti il corso della

corrente. Quando tale fenomeno si verifica in grandi proporzioni, esso va attribuito all'azione erosiva d'antiche potenti fiumane, favorita anche dall' innalzarsi della zona montana, donde le fiumane provenivano, per cui esse acquistavano una maggior velocità e quindi una maggior potenza dinamica. Queste poderose correnti, dopo essersi estese in grandi alvei, entrando in periodi successivi di relativa magra, si raccolsero gradatamente in alvei minori, e così il terreno latistante risultò foggiato a *terrazzi* (fig. 51).

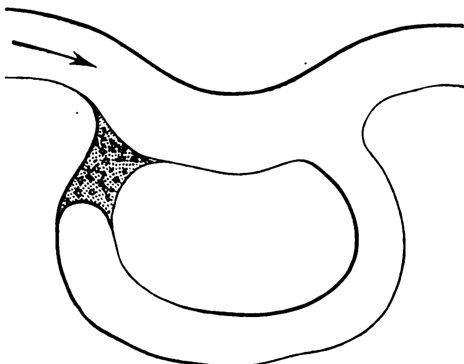


Fig. 47. — Lanca.

Tali terrazzi hanno una grande importanza nella storia delle trasformazioni della superficie terrestre, poichè indicano i limiti di espansione raggiunti dalle correnti in diversi periodi; hanno poi una grandissima importanza dal punto di vista militare, concorrendo ad accrescere il valore tattico della linea fluviale.

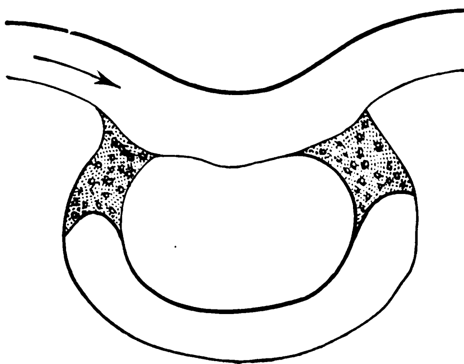


Fig. 48. — Stagno.

Gli esempi di terrazzi fluviali sono assai frequenti, e fra i molti si possono citare: quelli del Tanaro e della Stura di Cuneo, dai loro sbocchi in piano fino alla loro confluenza presso Cherasco; della Dora Riparia, da Alpignano a Torino; della Stura di Lanzo, specialmente sulla destra; della Dora Baltea, da Caluso allo sbocco in Po; quelli che accompagnano il Ticino da Borgo Ticino fino a Pavia, con elevazione in alcuni punti di circa 100 metri

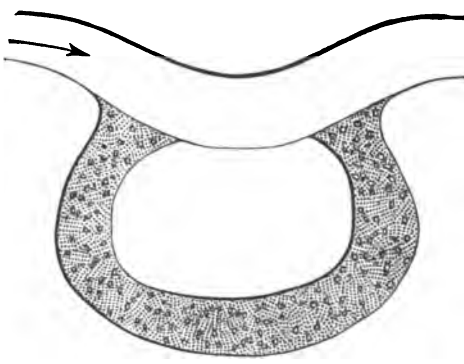


Fig. 49. — Alveo morto.

sul livello ordinario della corrente attuale; quelli dell'Adda fino a Pizzighettone; dell'Oglio fino a Soncino, marcatissimi fra Capriolo e Palazzolo; del Mincio sino a Goito; dell'Adige sino all'altezza di Verona; del Piave sino al Ponte della Priula; del Tagliamento, specialmente sulla sinistra, sin presso Codroipo, ecc.

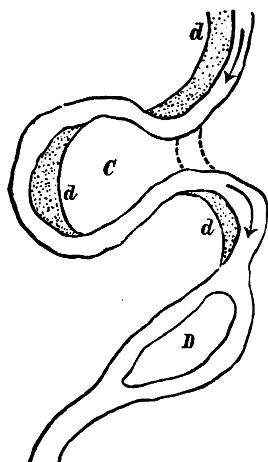


Fig. 50. — Alveo di una corrente vagante (Issel).

d, Depositi sulle rive convesse;
C, Isola d'erosione;
D, Isola di deiezione.

Vediamo ora come si comportino le correnti al loro punto di confluenza (fig. 52). Premesso che s'intende per *angolo d'affluenza* l'angolo A fatto da un affluente nel suo immettere nella corrente principale, e *gomito d'affluenza* il vertice B della curva o della spezzata descritta dall'affluente prima della sua immissione, notiamo che in caso di corrente con alveo roccioso ed incassato, come generalmente quelli della zona montana, gli affluenti immettono nella corrente principale senza forti deviazioni, ossia l'angolo di affluenza tende al retto e l'ampiezza del gomito d'affluenza verso i 180°. In condizioni diverse invece l'angolo d'affluenza è generalmente acuto e l'ampiezza del gomito di affluenza è minore di 180°, e nelle correnti di pianura con alvei sabbiosi e dove abbondanti sono i depositi, il primo tende a 0° ed il secondo verso l'angolo retto, ossia l'affluente tende a diventare un corso d'acqua indipendente dalla corrente principale. Ciò dipende dal fatto che ciascuna corrente rigetta verso l'opposta sponda il filone dell'altra; tali sponde vengono così erose e le altre, formanti l'angolo d'affluenza, alluvionate, ossia fra le due correnti si costruisce una penisola, che va gradatamente ingrandendo (1).

Per questi due fatti la linea di corso dell'affluente viene ad essere spostata verso valle e lo spostamento può essere tale da trasformare l'affluente in una corrente indipendente. Per questi due fatti però anche la linea di corso del fiume ricevente è obbligata a deviare dal suo primitivo andamento, cosicchè la linea di corso d'una corrente, considerata nel suo complesso, può ritenersi essere *la risul-*

---

(1) Guglielmini, *Della natura dei fiumi. — Trattato fisico matematico.* Bologna 1739 (cnfr. proposizione quarta: *Le foci dei fiumi influenti devono secondare, colla direzione dell'ultimo tronco del loro alveo, il filone del fiume recipiente;* pag. 251 e 252).

tante delle forze dei suoi affluenti, intendendo per forza non solo la diretta spinta delle acque, ma anche quella dei materiali da esse traslocati (1). Queste considerazioni teoriche trovano la loro applicazione in tutti i grandi sistemi idrografici sviluppantisi in pianura, ed

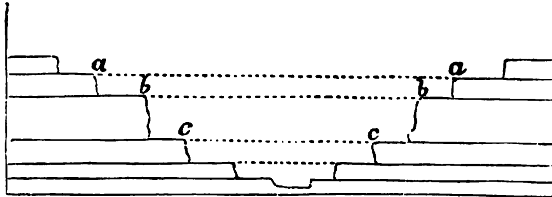


Fig. 51. — Valle terrazzata (Lyell).
aa, *bb*, *cc*, livelli successivi della corrente.

un esempio evidente è presentato dalla rete idrografica padana, sia rispetto all'andamento degli affluenti, che immettono nella corrente principale con angolo d'affluenza sempre decrescente e finiscono per

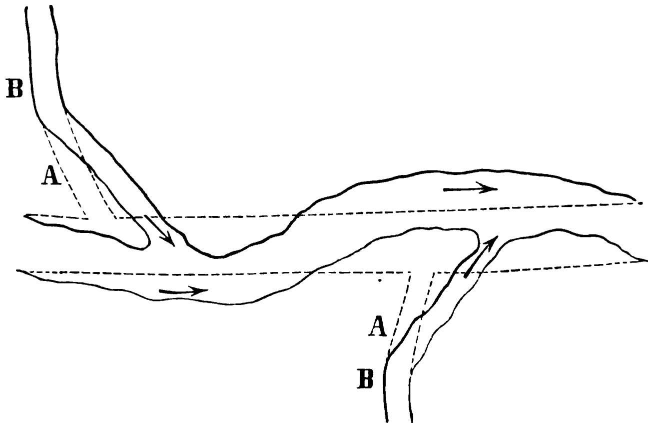


Fig. 52. — Confluenza delle correnti.

diventare correnti indipendenti come l'Adige ed il Reno; sia rispetto all'andamento della linea di corso del Po, che risulta più accostata all'Appennino.

Per ultimo possiamo aggiungere che alcuni ritengono debba esistere una connessione tra il lavoro erosivo delle correnti ed il fatto cosmico della rotazione della terra. Tale connessione è stata dal

(1) Bertolini, *Il sistema fluviale padano*. Riv. geog. ital. Anno I, agosto 1894.
Idem, *La linea di corso di un fiume in relazione ai suoi affluenti*. Ibid., Anno II, dicembre 1895.

Baer ridotta a legge, che così venne da lui formulata: ***i fiumi correnti nel senso dei meridiani nell'emisfero boreale tendono a spostarsi a destra e ad erodere maggiormente la sponda stessa; nell'emisfero australe tendono a spostarsi a sinistra e ad erodere perciò la sponda dello stesso nome*** (1). Questa legge è un caso particolare di quella più generale, esposta dal metereologo americano Ferrel (1859) e da lui applicata allo studio delle correnti aeree e marine; legge che trova la sua dimostrazione nella graduale diminuzione di velocità di rotazione dei diversi punti del globo dall'equatore ai poli, per cui un corpo che muova p. es. dall'equatore verso i poli, incontra i successivi paralleli con velocità di rotazione superiore a quella corrispondente alle crescenti latitudini, e perciò tale corpo tenderà a precedere, nel senso della rotazione, i punti corrispondenti sui successivi paralleli, ossia a spostarsi verso la propria destra nell'emisfero boreale e verso la propria sinistra nell'australe.

Ricercata questa legge nell'azione erosiva della corrente, essa è stata praticamente verificata in molti casi (2), ma fallisce in molti altri; sottoponendo poi la legge al calcolo si trovò che alle medie latitudini della Francia lo spostamento laterale nel senso della rotazione non può essere superiore ad 1/20.000 del longitudinale (3), e la maggior pressione su di una sponda non può essere superiore ad 1/100.000 della totale (4). Questi valori ci avvertono quindi che ben piccoli devono essere i risultati dell'azione erosiva della corrente dipendenti dalla rotazione della terra e spesso neutralizzati da altre cause, quali la natura delle sponde, il loro rilievo, la direzione dei venti, ecc.

Al lavoro di alluvionamento delle correnti è dovuta la formazione delle *pianure alluvionali*, per lo più antichi fondi di mare emersi e colmati dai depositi delle correnti. Tali pianure costituiscono regioni geografiche a caratteri complessi, ma ben definiti e molto interessanti dal punto di vista militare, poichè i loro centri economicamente e socialmente importanti e le loro buone condizioni logistiche attraggono ad esse le grandi operazioni della guerra. Di tali pianure daremo un cenno descrittivo nel capitolo delle *regioni geografiche*.

---

(1) BAER, *Ueber ein allgemeines Gesetz in der Gestaltung der Flussbetten.* Bull. de l'Académie imp. des sciences St. Pétersburg, 1860 (cnfr. tom. II, pag. 357).

NEUMANN, *Studien über den Bau der Strombetten und das Baersche Gesetz.* Königsberg 1893. In questo lavoro è data la bibliografia sull'argomento.

(2) HUGUES, *Corso di geografia fisica.* Torino 1882 (cnfr. pag. 85 e 86).

(3) DUPONCHEL. *Hydraulique et géologie agricoles.*

(4) BABINET, *Influence du mouvement de rotation de la terre sur le cours des rivières.* Comptes rendus de l'Académie des sciences, 1859.

L'ultimo periodo del lavoro della corrente si effettua quando essa sfocia in un bacino lacustre o marittimo. La corrente sboccando in questo bacino perde d'un tratto l'appoggio delle sue sponde, ed i materiali detritici che essa ha travolto fino a questo punto, si troveranno perciò ad essere sollecitati da due forze: una d'impulsione, all'incirca normale alla spiaggia, l'altra d'espansione laterale, pressochè parallela alla spiaggia stessa. Questi materiali seguiranno quindi la direzione della risultante delle due forze e, per il menomarsi della velocità e quindi della capacità di trasporto della corrente, si depositeranno secondo questa direzione. In tal modo si formerebbero allo sbocco della corrente due grandi gettate protendentisi nel bacino ricevente; ma alla formazione di queste gettate si oppone il bacino ricevente colla resistenza della massa delle sue acque, spesso aumentata dai movimenti di queste acque, dovuti ai venti, alle maree ed alle correnti. Dal contrasto tra la forza d'impulsione della corrente immittente e quella di resistenza del bacino ricevente, ambedue approssimativamente normali alla spiaggia, derivano le diverse forme di sfociamento delle correnti, che possono raggrupparsi intorno a tre tipi:

1°) *sfociamento rettilineo*, quando le due forze opposte si equilibrano ed i detriti, giunti allo sbocco, sono dalla forza di espansione laterale uniformemente distribuiti lungo la spiaggia. Es.: foce dell'Arno;

2°) *sfociamento saliente verso il bacino ricevente*, quando prevale la forza della corrente ed il materiale detritico è trasportato avanti per successive gettate sporgenti, che prendono stabilità contro la spiaggia. Es.: foce del Po;

3°) *sfociamento rientrante verso terra*, quando prevalgono le resistenze del bacino ricevente ed il materiale detritico non potendo sboccare, si depone lungo le sponde dell'alveo. Es.: foce della Gironda, della Loira, della Senna, del Weser, dell'Elba, ecc.

Nei primi due casi la perdita di velocità della corrente, e quindi di capacità di trasporto, non è localizzata alla foce, ma si ripercuote all'interno. L'azione di deposito incomincia perciò in forte misura a distanza dallo sbocco; si creano così facilmente ostacoli al deflusso della corrente, che si ramifica racchiudendo fra le sue braccia una zona di terreno acquitrinosa di configurazione all'incirca triangolare. Questa zona, per la sua rassomiglianza colla quarta lettera dell'alfabeto maiuscolo greco (Δ), designasi colla denominazione di *delta*, per la prima volta usata da Erodoto ed applicata alla regione di foce del Nilo, la cui configurazione molto si approssima a quella della lettera anzidetta (fig. 53). Tale denominazione si estende però anche alla terza forma, che per contrasto dicesi *delta negativo;* questa

forma è tuttavia più nota sotto la denominazione di *estuario*, dalla voce latina *aestus* = marea, indicante l'azione che su di essa esercita la marea, foggiandola ad imbuto. È però d'uopo notare che la parola *estuario* viene, specialmente in Italia, usata anche per indicare una regione lagunare, e così dicesi: estuario veneto, estuario del Po, estuario adriatico, ecc.

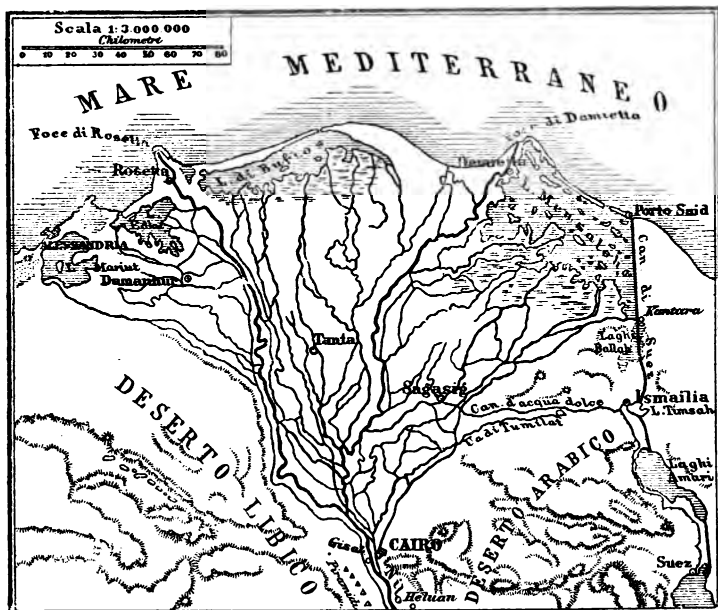


Fig. 53. — Delta del Nilo.

I delta possono distinguersi in lacustri e marini.

I delta lacustri sono per lo più positivi, per la piccola resistenza generalmente presentata dal bacino ricevente; hanno formazione regolare, per la relativa tranquillità del bacino stesso e per la facilità di mescolamento delle acque incontrantisi, ambedue dolci; danno luogo a rapidi e sensibili mutamenti nelle linee di spiaggia, per la grande quantità di materiali travolti dalle correnti nelle alte valli, relativamente all'ampiezza del bacino ricevente.

La formazione dei delta lacustri ha per effetto il colmataggio dei laghi e la trasformazione di essi in pianure acquitrinose. Fra gli esempi di colmataggio completo si ha quello degli antichi laghi dell'Aluta, che la corrente attraversava, sviluppandosi sull'altipiano di Transilvania, e che ha coi proprî detriti completamente interrati. Più frequenti sono i casi di colmataggi parziali, nei quali si verifica spesso la divisione del bacino lacustre in più bacini. Così ad esempio:

Il delta dell'Adda (piano di Colico o di Spagna), che ha creato il piccolo lago di Mezzola, ora già in parte interrato dalla Mera (piano di Chiavenna); notisi nel piano di Chiavenna la località Samolaco, forse corrispondente alla stazione romana di Summus lacus, testata settentrionale del Lario (1).

I delta formati dai torrenti scendenti dai monti di Lecco, che crearono i laghi di Garlate ed Olginate (2). In conseguenza di questi interrimenti il livello generale del lago di Como si è sensibilmente innalzato anche nei tempi storici, come è dimostrato dall'esistenza nella città di Como di alcuni fabbricati con pavimento più basso del piano stradale attuale.

Il delta della Toce, che ha separato dal golfo di Pallanza il piccolo lago di Mergozzo (3).

Il delta del Lambrone (piano di Erba), che ha diviso il bacino dell'Eupili nei due laghetti di Alserio e Pusiano (4).

I delta marini presentano forme diverse e sono generalmente positivi nei mari chiusi, hanno forma di estuario nei mari aperti, e questo dipendentemente dalla minore intensità dei venti e della marea nei primi, che non nei secondi. Perciò chiamansi da taluni i delta positivi, mediterranei, ed i negativi, oceanici. Tale distinzione non è però esatta, poichè si hanno talvolta delta eminentemente positivi in mari molto aperti (es.: Indo, Niger), e delta negativi in mari chiusi (es.: i *liman* dei fiumi sboccanti nel Mar Nero).

A favorire la deltazione positiva concorre il fenomeno così detto della *barra di foce*, collina che si forma sotto acqua nella zona dove l'acqua dolce è arrestata dalla resistenza della salsa e lascia perciò cadere sul fondo i detriti che ancora trasporta. La barra di foce risente l'influenza della lotta fra la corrente ed il mare, ed è soggetta a frequenti spostamenti, che rendono pericoloso alle imbarcazioni l'ingresso nei fiumi. Talvolta però non subendo forti spostamenti, s'innalza fino a fior d'acqua; al suo riparo si avanza il delta, che spesso la incorpora, ed essa allora rimane come testimonio della conquista della terra sul mare. Questa è probabilmente l'origine dei *tomboli* del delta del Po, antiche barre di foce incorporate dall'avanzare della spiaggia e successivamente trasformate in dune dalle sabbie trasportate dai venti.

---

(1) V. *Tavolette per la Carta d'Italia al* 100 *mila* (50 *mila*), Foglio 17, I, Chiavenna; II, Menaggio.

(2) Come sopra (25 *mila*), Foglio 32, I, S. E., Lecco; II, N. E., Oggiono.

(3) V. *Tavolette per la Carta d'Italia al* 100 *mila* (50 *mila*), Foglio 31, IV, Pallanza.

(4) Come sopra (25 *mila*), Foglio 32, II, N. O., Erba.

L'avanzamento dei delta è il fatto che meglio mette in evidenza l'ultimo lavoro della corrente. Tale avanzamento è assai variabile e dipende specialmente dalla quantità di materiale trasportato dalla corrente, dalla profondità del bacino ricevente e dalle resistenze che esso presenta; con queste cause possono inoltre combinarsi quelle dovute ai sollevamenti ed abbassamenti del terreno.

Secondo una serie di studi, dovuti specialmente al De Prony (1), al Lombardini (2) ed a G. Marinelli (3), l'avanzamento medio annuale delle foci del Po può essere approssimativamente rappresentato dalle seguenti cifre:

Dal 500 a. C. all'E. V.	25, 5	metri
Dall'E. V. al 1200	18, 5	»
Dal 1200 al 1600	25, 0	»
Dal 1600 ad oggi	70, 0	»

Secondo più recenti ricerche fatte dal Marinelli (4) l'avanzamento medio annuale del delta del Po risulterebbe, per il settantennio 1823-93, di circa 72 metri, avendo i suoi diversi rami subìto in questo periodo di tempo protrazioni corrispondenti alle cifre sottoindicate:

Po di Maestra	metri	50
Po della Tolle	»	96
Po della Donzella o della Gnocca	»	34
Po di Goro	»	79

La figura 54 serve a dare un'idea approssimativa del guadagno della terra sul mare nei tempi storici, in corrispondenza dell'estuario veneto e padano (5).

---

(1) Il risultato dei calcoli dell'Ing. De Prony trovansi esposti nell'opera del Cuvier, *Discours sur les révolutions de la surface du globe.* Paris 1840 (cnfr. pag. 151 e seg.).

(2) Lombardini, *Cenni intorno al sistema idraulico del Po*, ecc. Politecnico, III. Milano 1840 (cnfr. pag. 58).

Idem, *Dei cangiamenti cui soggiacque l'idraulica condizione del Po nel territorio di Ferrara.* Giornale Ist. lombardo, III. Milano 1851 (cnfr. pag. 287). — Ibid. IV (cnfr. pag. 3).

(3) G. Marinelli, *La terra.* Milano. Volume I (cnfr. pag. 431 e 432).

(4) Idem, *Variazioni nella valutazione della superficie del regno d'Italia.* Atti del R. Istituto veneto, T. VIII, s. VII, 1896-97 (cnfr. da pag. 158 e 176). Alla Memoria è annesso uno schizzo dimostrante le variazioni del delta del Po negli ultimi tre secoli.

(5) Per particolari v. Ministero lavori pubblici, *Cenni monografici sui singoli servizi.* I, *Relazione generale* — Allegato II: *Cenno illustrativo sulle trasformazioni idrografiche del grande estuario adriatico dall'epoca romana* (carta relativa alla fine del volume). Roma 1878.

Secondo i dati riportati dal Credner (1) e dedotti da vari autori, si avrebbero per i fiumi sottoindicati gli avanzamenti medî annuali rispettivamente controsegnati:

Rodano, dal 1737		58 m.	(Reclus)
Danubio	dal 1842 al 1857	4 »	(Peters)
	dal 1857 al 1871	12 »	(Muszynski)
Arno, da 800 anni		6 »	(Reclus)
Tevere	Ostia	3 »	(Reclus)
	Fiumicino	1 »	(Reclus)

Questi avanzamenti, per quanto lenti, producono forti varianti nell'andamento delle spiaggie e ne mutano sensibilmente le condizioni antropogeografiche. Esempi evidenti di tali fatti sarebbero i seguenti:

Ostia, già presso la foce del Tevere, è ora a 6 chilometri dal mare, ed a 4 chilometri dalla spiaggia trovasi il suo antico porto, costrutto dall'Imperatore Claudio (secolo I E. V.) e riescavato da Teodorico (VI secolo E. V.) (fig. 55).

Pisa, secondo Strabone (50 a. C.) a 3 chilometri dal mare, è ora a 11 chilometri.

Adria, Spina (rovine), Ravenna, già porti romani, sono ora rispettivamente a 25, 30 e 15 chilometri dal mare.

La specialità dell'argomento ed il fatto che le regioni di delta difficilmente possono essere campo di importanti operazioni militari, ci consiglia a non estenderci ulteriormente sull'interessante argomento. Per studi speciali in proposito tornerà opportuno il consulto della citata monografia del Credner.

12. Azioni dei laghi. — I laghi, specialmente se grandi, vanno soggetti



Fig. 54. — Avanzamento delle spiaggie nell'estuario veneto e padano (Fischer).

(1) CREDNER, *Die Deltas, ihre Morfologie, geographische Verbreitung und Entstehungs-Bedingungen.* Petermanns, Mitteilungen, Ergänzungsheft, n. 56, 1878.



Fig. 55. — Delta del Tevere (Fischer).

agli stessi moti ondosi del mare, quindi esercitano contro le coste un'azione analoga a quella del mare, salvo le proporzioni. Non occorre perciò fermarsi a trattare di tale azione, dovendosene già parlare a proposito del mare. I laghi però esercitano una funzione loro propria, per cui possono considerarsi come elementi essenzialmente moderatori dell'economia del globo.

Essi infatti agiscono quali regolatori delle correnti che li attraversano, immagazzinando una parte dell'eccesso d'acqua nei periodi di piena ed accogliendo nel loro seno una parte dei materiali travolti dalle correnti. Con ciò le correnti attraversanti bacini lacustri tendono verso un regime più stabile, e danno luogo a fenomeni meno intensi di erosione e deposito; i paesi situati a valle dei laghi sono quindi da essi parzialmente preservati dai disastri delle piene e viene loro conservata l'alimentazione acquea anche nei periodi di magra. Un parallelo tra gli affluenti del Po, dotati o non di bacino lacustre, può servire a mettere in evidenza l'azione regolatrice esercitata dai laghi.

Quest'influenza moderatrice dei laghi non si arresta all'economia nella distribuzione delle acque ed alla loro depurazione, ma si estende al clima e, per mezzo di questo, alla vegetazione. Le raccolte d'acqua infatti influiscono sugli estremi termici e danno luogo ad un'abbondante evaporazione, cosicchè il clima delle regioni lacustri risulta generalmente temperato ed umido, condizioni propizie allo sviluppo della vegetazione.

Le regioni lacustri risentono in massima di questo carattere moderatore dell'elemento che le costituisce. Anche quando esse si aprono tra forme di terreno per loro natura aspre, la naturale asperità è in parte attutita dal fitto rivestimento vegetale; i fenomeni idrografici vi si sviluppano con minore violenza; il clima vi è generalmente dolce e salubre; accanto alla rigogliosa vegetazione naturale trovano terreno propizio le coltivazioni, e l'uomo, attratto da queste buone condizioni di vita, dalla pesca e dalla facilità degli scambi, che il lago offre colla navigazione, ne popola le rive, vi traccia strade e concorre ad aumentare il gradevole aspetto che la regione lacustre generalmente presenta.

13. Azione del mare. — Il mare, considerato nella sua azione sulle forme del terreno, può dirsi il grande ricettatore dei materiali disciolti e traslocati dalle correnti terrestri, ma oltre questa funzione, esso ne sviluppa un'altra, rappresentata dal suo continuo lavoro di distruzione e di costruzione contro l'orlo delle terre che lo ricingono (1).

Il mare esercita la propria azione demolitrice contro le coste

---

(1) V. per la trattazione di tutti questi argomenti l'opera di GIRARD, *La géographie littorale.* Paris 1895.

mediante i movimenti della sua superfice, sviluppantisi periodicamente colle maree e variabilmente colle onde.

La marea è poco sensibile nei mari mediterranei, più sensibile negli oceani, ove la sua *amplitudine* (differenza di livello tra flusso e riflusso) è lungi dalle coste di circa un metro. Le onde hanno al largo altezze variabili fra i 4 ed i 6 metri per venti ordinari, fra i 13 ed i 15 per venti di tempesta. Ma tanto l'amplitudine della marea, quanto l'altezza delle onde aumentano sensibilmente per l'urto ed il rifrangimento delle masse d'acqua contro le coste (*risacca*), specialmente se queste sono elevate e frastagliate. Per tale fatto la marea si eleva, per esempio, sulle coste della Manica a più di 10 metri, e le onde raggiungono in alcuni punti altezze di 50 metri. La potenza meccanica sviluppata da tali masse d'acqua in movimento è considerevole e si può farsene un'idea, ritenendo che la pressione media delle onde per metro quadrato calcolasi a 3000 chilogrammi per venti ordinari, a 10000 chilogrammi per venti violenti, e può anche in alcuni casi di venti di tempesta superare di molto tali cifre (1).

L'onda non agisce solamente col semplice urto della massa d'acqua, ma anche per mezzo dei materiali detritici che trasporta. Quando l'onda è debole, questi vengono da essa semplicemente trascinati verso la spiaggia e quindi ringhiottiti, ed in questo movimento di andirivieni, i frammenti rocciosi assumono quella forma discoidale, che caratterizza il ciottolo marino (in francese (*galet*); ma quando l'onda è forte, i detriti vengono da essa incorporati e lanciati contro la costa, che battono in breccia come altrettanti proiettili.

L'entità del lavoro di demolizione della costa dipende essenzialmente: dal rilievo delle coste, elevate o basse; dall'assetto delle rocce, massicce o stratificate, compatte o variamente fessurate, più o meno tormentate dalla dislocazione; dalla natura e struttura delle rocce, più o meno erodibili.

Gli effetti di questo lavoro si manifestano tanto sulla configurazione verticale (profilo) delle coste, quanto sulla loro configurazione orizzontale. Una forma dovuta all'erosione, che ricorre frequentemente nel profilo delle coste, specialmente se elevate, è quella a *balza* (in francese *falaise*), scendente a picco sul mare. Tali balze sorgono generalmente su di una piattaforma o ripiano, la cui ampiezza attesta il lavoro di *abrasione* (2) compiuto dal mare (fig. 56); negli oceani, soggetti a forti maree, si hanno per lo più due ripiani, corrispondenti al diverso livello delle acque nell'alta e nella bassa

---

(1) Stevenson, *Transactions of the Royal Society of Edimburg*, XVI. 1845. Cialdi, *Sul moto ondoso del mare e sulle correnti di esso.* Roma 1866.

(2) Chiamasi *abrasione* l'asportazione di parti della costa effettuata dal mare.

marea (fig. 57). L'ampiezza dei ripiani aumenta solo fino ad un certo limite, poichè le onde, dovendo risalire un piano inclinato, perdono la loro forza e quindi cessa il lavoro d'erosione; la linea limite di tale lavoro dicesi *linea terminale di abrasione* (1). Raggiunta questa

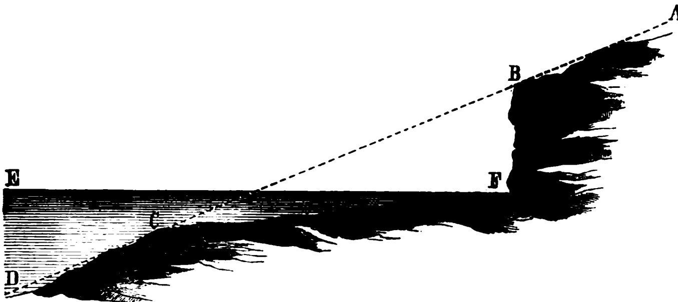


Fig. 56. — Balza marina ad un ripiano.
A B C D, Profilo primitivo della costa. — B F, Balza. — F C, Ripiano di abrasione.
F, Limite in estensione dell'erosione. — C, Limite in profondità dell'erosione.

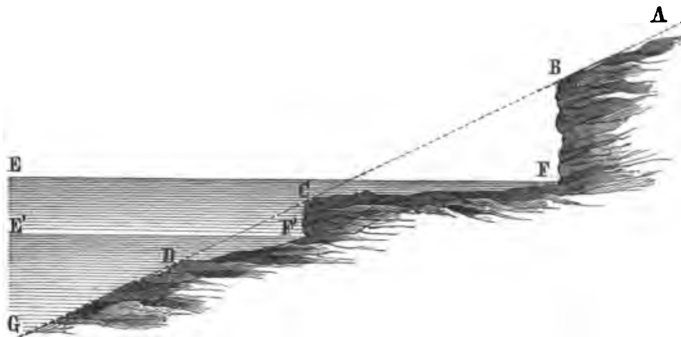


Fig. 57. — Balza marina a due ripiani.
E F, Livello dell'alta marea. — E' F', Livello della bassa marea.

linea la configurazione della costa dovrebbe essere stabile, ma le continue mutazioni nella zona di confine tra il mare e la terra creano nuovi punti di attacco, ed allora le onde riprendono il loro lavoro di demolizione.

Difficilmente però l'erosione delle coste procede regolarmente. Spesso il mare penetra colle sue onde fra le coste tormentate dalla dislocazione, vi apre larghe brecce e le smembra, distaccando ed

(1) Il PHILIPPSON designa questa linea colla denominazione di *Abrasionsterminante* (cnfr. *Ueber Typen der Küstenformen* in der v. RICHTHOFEN. — Festschrift. Berlin 1893).



Fig. 58. — Costa dell'isola di Yan Mayen; N. E. dell'Islanda (Neumayr).

isolando grossi blocchi (fig. 58). Spesso ancora l'onda, battendo insistentemente contro la balza ad una certa altezza, la corrode e ne risultano forme stranamente accidentate (fig. 59). Molte volte poi i



Fig. 59. — Costa di Porto Venere (Neumayr).

marosi scavano la balza alla sua base e determinano la caduta della sua massa strapiombante (fig. 60).

Il materiale prodotto dalla demolizione della costa si accumula sul ripiano al piede della balza e vi costituisce una temporanea difesa, formando una scogliera contro la quale vengono ad infrangersi le onde (fig. 61); sull'osservazione di questo fatto è appunto basata la costruzione delle scogliere artificiali, aventi lo scopo di proteggere i manufatti littoranei. I massi caduti vengono però generalmente, coll'andar del tempo, corrosi, triturati e rimossi



Fig. 60. — Balza scavata alla base (Issel).



Fig. 61. — Costa di Sorrento.

anche per opera delle correnti marine, ed allora ricomincia di nuovo il lavoro di demolizione della balza. Là dove il materiale caduto è molto abbondante e dove mancano correnti asportatrici, non è tuttavia raro il caso che il prodotto della demolizione, triturato e rimaneggiato dall'onda, venga a costituire al piede della balza rocciosa una zona di bassa spiaggia assai praticabile. Tale è probabilmente l'origine di quella spiaggia, che si stende con poche interruzioni lungo la costa jonica della Calabria e sulla quale corrono la ferrovia e la postale littoranea (1).

Contro le balze l'azione erosiva dell'onda agisce molte volte vorticosamente e, per mezzo dei ciottoli trasportati, può esercitare un'azione di trapanamento della roccia, che dà luogo a cavità imbutiformi (*marmitte dei giganti littoranee*) od a caverne di configurazione

---

(1) V. *Tavolette per la carta d'Italia al* 100 *mila* (50 *mila*), Fogli: 264, IV, Staiti; 255, III, Bianco; 255, I, Gerace, ecc.

più o meno regolare, le quali assumono talvolta, specialmente lungo le coste di rocce calcari, dimensioni considerevoli.

Più devastatrice è l'opera di demolizione che il mare esercita contro le spiaggie basse, dove la natura non ha innalzato barriere a trattenerlo. Lungo esse il mare, spinto dai venti di tempesta, irrompe dentro terra, si estende su vaste zone, forma golfi, crea isole ed inghiotte estesi tratti di littorale. In Europa le coste che presentano maggiori tracce di quest'azione demolitrice sono quelle dell'Olanda, della Germania nord-occidentale e della Danimarca occidentale, per il predominio nel Mare del Nord dei venti di maestro. Le cronache di quei paesi sono infatti piene di spaventosi racconti di irruzioni del mare e ad esse devesi attribuire: la trasformazione dell'antico lago Flevo nell'attuale Zuydersee, a partire dall'anno 1225; il distacco di quella ghirlanda di isole che si stende da Elder alle foci dell'Ems; la formazione della baia di Jadhe (1218) e del golfo di Dollart (1277); la rottura per due volte, solamente nel nostro secolo (1825 e 1863), della lingua di terra ricingente ad occidente il Lijmfiord, cosicchè l'estremità settentrionale della penisola dell'Jütland venne per due volte distaccata, essendo stata nell'intervallo ricongiunta dall'azione costruttrice del mare e dalle dune.

Venendo ora ad esaminare l'effetto dell'azione erosiva delle onde sulla configurazione orizzontale della costa, si può dire che l'onda tende a foggiare la costa secondo una curva concava verso il mare, poichè tale andamento riproduce su vasta scala quello stesso dell'onda e rappresenta perciò la linea di maggior possibile stabilità della costa, raggiunta la quale, l'azione erosiva dell'onda si ridurrà a minime proporzioni. Questa formazione arcuata della costa sarà favorita dal protendersi verso il mare di speroni rocciosi, i quali formano altrettanti capi o promontori, presentanti una maggior resistenza all'opera demolitrice dell'onda. Da ciò dipende la configurazione ad archi contigui di molte coste, e di tale configurazione presenta un bellissimo esempio la riviera ligure di ponente, sviluppantesi con elegantissime curve da Ventimiglia a Genova. Talvolta questa configurazione è cancellata dalle deiezioni delle acque correnti, che tendono a rettificare gli archi, ed allora si hanno coste ad andamento uniforme, quasi rettilineo, come quelle d'Italia lungo l'Adriatico.

La regolare configurazione ad archi non è possibile quando la costa è formata da balze cadenti a picco sul mare. Qui l'andamento della costa risulterà capricciosamente frastagliato, dipendentemente dallo assetto delle masse rocciose e dalla loro diversa attitudine all'erosione, e l'esagerazione di tale andamento la troviamo nelle *formazioni fiordiche*, che costituiscono uno degli elementi più caratteristici della morfologia costiera.

I *fiordi* sono tortuosi e ristretti bracci di mare, profondamente intagliati negli altipiani costieri (in Norvegia, *field*), e prolungantisi nell'interno delle terre in forma di valli a scaglioni (in Norvegia, *dal*), racchiudenti piccoli laghi, che versano le loro acque dall'uno all'altro e nel mare con rapide o cascate. Spesso i fiordi contigui comunicano fra di loro per mezzo di depressioni (in Norvegia, *ejden*), che, quando sommerse, costituiscono altrettanti stretti (in Norvegia, *sund*), e creano un intricato labirinto di canali ramificantisi fra le terre. Da tutto ciò risulta un tipico paesaggio di mari e di monti, di ghiacciai e di foreste, di laghi e di cascate, meraviglioso per la grandiosità e per la stranezza dei suoi lineamenti.

Queste formazioni trovansi specialmente in Norvegia, dove appunto hanno il nome di *fjord;* nelle terre polari; in Islanda, Scozia, Irlanda (*firth*); nell'America settentrionale (Groenlandia, Maine, Alaska, Columbia inglese, ecc.); e lungo la costa della Bretagna. I fiordi più caratteristici sono quelli della Norvegia (Lyse-Hardanger-Sogne-Nord-Romdals-Drontheim-fiord, ecc.), dove il frastagliamento delle coste di ponente risulta tale, che mentre dal Capo Nord al Lindesnaes sonvi in linea retta 1800 chilometri, lo sviluppo costiero effettivo è all'incirca di 13,000 chilometri.

Alle formazioni fiordiche potrebbero ascriversi i *rias* della Gallizia spagnuola, i *calas* delle isole Baleari, i *scherm* del Mar Rosso, ed i canali della Dalmazia, benchè tali forme manchino di alcune caratteristiche proprie dei fiordi, e non si addentrino molto fra le terre, presentandosi per lo più come un complesso di golfi e di rade, fra di loro congiunti da ristretti canali. Tale è appunto la configurazione della caratteristica insenatura delle Bocche di Cattaro, già importante stazione navale della Repubblica veneta, e tuttora porto militare considerevole dell'Austria sull'Adriatico.

Esaminando la grandiosità delle formazioni fiordiche, è facile comprendere come esse non possano essere esclusivamente opera dell'erosione del mare, ed intorno alla loro genesi si sono fatte diverse ipotesi (1). Dallo studio della loro distribuzione geografica si rilevò

---

(1) HAAS, *Studien über die Entstehung der Fjörden.* Mitteilungen aus dem mineralogischen Institut der Universität Kiel. 1888.

DINSE, *Die Fjordbildungen.* Zeitschrift der Berliner Gesellschaft für Erdkunde, 1894.

RICHTER, *Geomorphologische Beobachtungen aus Norwegen.* Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften in Wien. Matehmnaturw. Classe; Bd. CV. Abt. I, Februar 1896.

IDEM, *Die Oberflächenformen Norwegens.* Geographische Zeitschritft, I, Heft 1897.

che i grandi fiordi trovansi quasi esclusivamente in regioni di alte latitudini, di clima freddo ed umido, ossia in regioni adatte per la formazione del ghiaccio e dove ebbero grande sviluppo gli antichi ghiacciai, dei quali rimangono tuttora in alcuni punti gli avanzi. Da questo fatto si indusse che la formazione dei fiordi potesse attribuirsi all'azione escavatrice dei ghiacciai; ma lo studio della dinamica dei ghiacciai dimostrò come le masse di ghiaccio non avrebbero potuto da sole scavare quei solchi profondi parecchie centinaia di metri ed aperte in rocce spesso durissime, come il granito in Groenlandia, il basalte in Islanda; questa ipotesi venne perciò abbandonata. Accoppiando invece allo studio corologico dei fiordi quello della loro morfologia, quale tipicamente appariva lungo le coste della Norvegia, si ritenne che la spiegazione più plausibile della loro formazione potesse essere la seguente: i fiordi sono cavità corrispondenti a linee di fratture, dovute alle dislocazioni del suolo, che in alcune regioni, come in Norvegia, furono assai intense e frequenti per lo sprofondamento dell'Atlantico settentrionale. Tali cavità, parparzialmente sommerse ed inondate dal mare, vennero invase dai ghiacciai, che mentre colla loro azione escavatrice le sbarazzarono dai materiali diluviali apportativi dalle acque e le allargarono, rimanendo a lungo sul loro fondo, le protessero dal colmataggio che avrebbero operato le alluvioni. Quando i ghiacciai si ritirarono definitivamente, il grosso delle alluvioni era passato ed i fiordi poterono essere rioccupati dal mare. In sostanza, secondo quest'ipotesi, il fiordo sarebbe una cavità già abitata dal ghiaccio ed ora abitata dal mare; là dove mancò il ghiacciaio, il fiordo scomparve sotto l'azione di colmataggio dei depositi alluvionali; dove il ghiacciaio esiste tuttora, come in Groenlandia e nelle terre polari, il fiordo non è ancora comparso.

Dallo studio della *batimetria* (misura delle profondità) dei fiordi risulta che il loro fondo è generalmente costituito di più bacini, fra di loro separati da bassifondi, che, quando rocciosi, corrispondono ai margini degli scaglioni delle linee di frattura, od alle sommerse depressioni delle linee di cresta, per cui i canali fiordici s'intrecciano; quando detritici, rappresentano gli avanzi delle antiche morene dei ghiacciai. Da ciò dipende anche il fatto che il fiordo presenta generalmente allo sbocco profondità assai minore che non nell'interno, per quanto però questo fatto possa essere anche determinato dall'azione di deposito delle onde del mare, che battendo contro gli scogli dello sbocco, perdono parte della loro forza e lasciano ivi cadere i detriti trasportati. Per effetto di questo lavoro di deposito, il fiordo tende a mutarsi in un lago e questo, per l'azione di colmataggio delle correnti che vi immettono, tende a

trasformarsi in una pianura; la frastagliata costa fiordica ridiventa così lentamente rettilinea. Il fiordo di Drammen, sulle coste meridionali della Norvegia, è già ridotto a comunicare col mare solamente per mezzo di un canale, ed il lago di Mjösen, nell'interno della Norvegia, è evidentemente un antico fiordo, come lo dimostra l'esistenza in esso di alcune specie di animali di origine marina. Questa trasformazione dei fiordi in laghi ha condotto all'ipotesi dell'origine marina dei nostri laghi prealpini, i quali presentano molte analogie coi fiordi norvegesi, e di tale ipotesi parleremo più innanzi, trattando dei laghi.

Esaminiamo ora il lavoro costruttore del mare. Già si è visto che il mare concorre col vento nella formazione delle dune; ch'esso funziona come il bacino di sedimentazione dei materiali, che sollevati dalle forze endogene, formeranno le future terre; ma oltre a ciò il mare effettua costruzioni sue proprie, senza l'intervento d'altri agenti trasformatori della superficie terrestre. Queste costruzioni sono rappresentate dai depositi che il mare fa presso le coste.

Se s'immagina una baia disegnantesi fra due promontori, è facile capire come le onde, spezzandosi contro di essi, vengano rigettate verso l'interno della baia, avendo perduto nell'urto una certa parte della loro potenza dinamica e quindi della loro capacità di trasporto. A partire dai due promontori le onde lascieranno perciò cadere sul fondo gran parte dei materiali tenuti in sospensione, e questi costituiranno due banchi subacquei, che andranno sempre estendendosi, fino a congiungersi all'incirca a mezza distanza fra i due promontori. Aumentando il deposito, questi banchi emergeranno e formeranno il così detto *cordone littoraneo*, altrimenti conosciuto sotto il nome di *lido*, *freccia*, *Neherung* (Mar Baltico). Quando queste formazioni sono ricoperte di dune, designansi sulle coste toscane col nome di *tombolo*, e su quelle del Lazio e napoletane colla denominazione di *tumoleto*.

Queste formazioni trovansi generalmente su coste piatte e basse, perchè a coste elevate e scoscese corrisponde per lo più una notevole profondità, che rende difficile tali costruzioni; sono più frequenti nei mari interni, dove minore è l'amplitudine della marea e meno frequenti le burrasche, non potendo tali costruzioni facilmente resistere all'impeto di forti onde; presentano generalmente andamento complessivo concavo verso il mare, perchè tale andamento riproduce in grande, come si è detto, quello dell'onda; sono per lo più spezzate in diversi punti o foggiate lungo il lato interno ad insenature concave verso terra, per effetto dell'azione delle correnti terrestri sboccanti nella baia, che spingono le acque contro il cordone littoraneo; si presentano generalmente coperte di dune, per essere i cordoni

littoranei quasi sempre di materiali sabbiosi sciolti, e fortemente battuti dai venti.

La formazione di questi cordoni littoranei ha per risultato la separazione di plaghe marine, che denominansi *lagune*. Numerosi esempi si hanno di esse in ogni parte; notevoli fra gli altri sono: gli *Haffen* del Baltico (figg. 62 e 63), gli *étangs* della costa meridionale

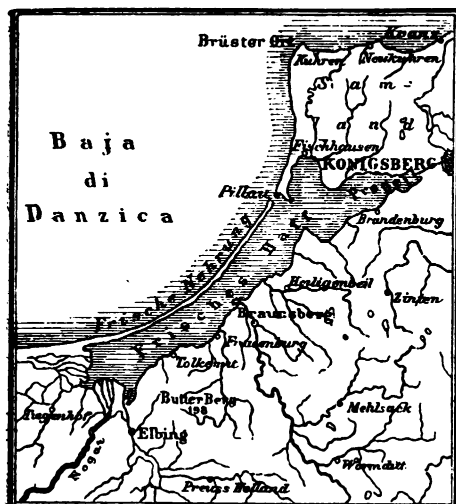


Fig. 62. — Frisches Haff (Neumayr).

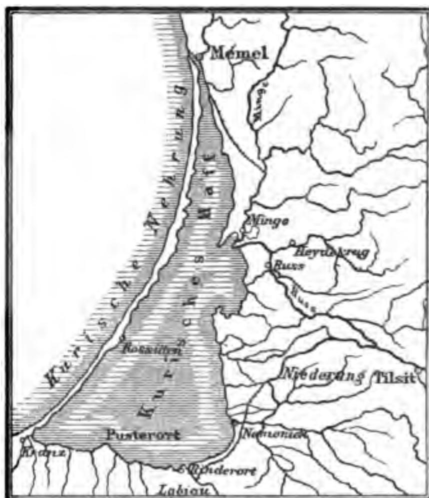


Fig. 63. — Kurisches Haff (Neumayr).

della Francia, il *Mare putrido* sulla costa N.-E. della Crimea; ed in Italia: le lagune di Grado, di Marano, di Caorle, di Venezia, di Comacchio, ecc. (1); quella rappresentata dallo stagno di Orbetello, formatasi colla riunione alla costa dell'antica isola di Monte Argentario, per mezzo dell'innalzarsi dei due tomboli della Giannella e di Feniglia (2); e le lagune della Sardegna, fra le quali quella del golfo di Palmas, dove la riunione dell'isola di Sant'Antioco alla costa sarda è tuttora in attività di formazione (3).

Le lagune nelle quali immettono correnti terrestri portanti detriti, tendono gradatamente ad interrirsi; la maggior parte delle zone paludose costiere sono infatti lagune trasformate dall'azione di colmataggio delle correnti terrestri, la quale azione si è molte volte

(1) V. *Carta topografica del Regno d'Italia al 100 mila.* Fogli 52, S. Donà; 51, Venezia; 65, Adria; 77, Comacchio.

(2) Come sopra. Foglio 135, Orbetello.

(3) V. *Carta del golfo di Palmas* (50 *mila*). Ufficio idrografico della Regia Marina. 1888.

combinata col lento sollevamento del terreno. Tali sarebbero le Paludi pontine, che col Monte Circello (1) ci presentano ultimata quella formazione che si vede iniziata al Monte Argentario, dove lo interrimento è artificialmente impedito per mezzo dell'azione continua del cavafango. Analogamente per effetto del lavoro di deposito delle correnti terrestri si vanno colmando le valli di Comacchio, le lagune di Caorle, di Marano e di Grado, e già sarebbero colmate quelle di Venezia, se al loro mantenimento non si fosse alacremente lavorato dagli ingegneri della Repubblica veneta, che aumentarono la portata dei rami meridionali del Po, respinsero successivamente a sud il Brenta, ad est la Piave ed il Sile, e protessero i lidi dai guasti delle burrasche, mediante i *murazzi*.

Mentre Venezia combattè e combatte tuttora pel mantenimento della propria laguna (2), in Olanda l'attività dell'uomo profitta dell'azione riedificatrice del mare, per rifarsi delle perdite che il mare stesso infligge colle sue irruzioni. Colà i cordoni littoranei son tosto rinforzati con dighe, o si rinforzano le dune che su di essi ha costrutto il vento; i bacini interni, detti *marsh* o *watt*, isolati dal mare e non più invasi che nelle grandi burrasche, sviluppano una fitta vegetazione di piante salmastre, che colle sue radici consolida il terreno e ne inizia il prosciugamento; con successivi lavori artificiali di prosciugamento il marsh si trasforma in un *heller*, ossia in un pascolo palustre, e proseguendo tali lavori l'heller si muta in un *polder*, prateria irrigua, che mediante altri lavori d'indigamento delle acque e di drenaggio delle terre, può anche trasformarsi gradatamente in terreno aratorio. « L'Olanda è perciò una conquista dell'uomo sul « mare, è un paese artificiale; lo fecero gli Olandesi, esiste perchè « gli Olandesi lo conservano, sparirebbe se gli Olandesi lo abban- « donassero » (3).

Questa prodigiosa attività, che seconda mirabilmente la natura a vantaggio dell'uomo, ha pochi e deboli riscontri in Italia; questi

---

(1) V. *Carta topografica del Regno d'Italia al* 100 *mila*. Foglio 170, Terracina.

(2) Ministero dei lavori pubblici, *Cenni monografici sui singoli servizi*. I, *Relazione generale*. Allegato II, già cit. (cnfr. *Laguna veneta*, pag. 146 e seg.).

Idem, *Cenni monografici sui singoli servizi*. V, *Fiumi*. Roma 1878.

Malaspina, *La laguna che scompare. Finis Venetiarum*. Rassegna nazionale, gennaio 1884.

Idem, *Venezia e le sue lagune. Brano di storia dell'idraulica italiana*. Ibid., gennaio, febbraio 1886.

Frescura, *Geografia di casa nostra. La Brenta* (*Storia di un fiume*). Rivista geografica italiana, ottobre, novembre 1896 (cnfr. pag. 493 e seg.).

(3) De Amicis, *Olanda*. Milano 1874 (V. specialmente tutto il 1° capitolo).

trovansi specialmente nel Ferrarese e nelle pianure della Toscana, dove è più particolarmente in uso il sistema delle *colmate*, col quale si utilizzano i materiali trasportati dai fiumi per rialzare il livello dei terreni palustri; e così si guadagnano all'agricoltura non piccole zone di terreno e si migliorano le condizioni igieniche di quelle regioni. Tali risultati dovrebbero valere d'esempio e d'incitamento ad intraprendere altri lavori di bonifica, urgentemente richiesti dalle pessime condizioni climatiche ed economiche di vaste plaghe, specialmente costiere, della nostra penisola e delle nostre isole, dove il terreno rigettato dal mare forma incolte paludi e dove il mescolarsi delle acque salse colle dolci sviluppa la malaria.

Chiudendo con tali considerazioni l'esame dell'azione del mare, possiamo dire d'aver visto questo grande trasformatore della superficie terrestre lavorare da un lato a diminuire la propria sede col ricettare i materiali travolti dalle correnti e coll'estendere le terre mediante le proprie costruzioni, e da un altro lato lavorare a sfasciare la cerchia di terre che lo racchiude, erodendo senza posa colla sua onda ordinaria e di tempesta e colle sue maree le coste. Si può dire cioè che anche nell'azione del mare si riscontra in modo assai evidente quel duplice lavoro di compensazione, sul quale è basato l'equilibrio del globo.

14. Azione degli organismi. — Dell'azione degli organismi, considerati come agenti trasformatori della superficie terrestre, basterà, per l'indole speciale dei nostri studi, il dare solamente un cenno sommario, e da tale cenno converrà per ora escludere quanto riflette l'opera dell'uomo, che trova sede più opportuna d'esame nel capitolo sugli *elementi antropogeografici.*

Nello studio dell'azione degli organismi è anzitutto necessario svincolarsi dal preconcetto che l'ordinamento generale del globo, la disposizione delle terre e delle acque, la distribuzione del calore e dell'umidità e così via, siano fatte allo scopo di favorire esclusivamente gli esseri organici, e questi esclusivamente destinati ad usufruirne. Gli esseri organici altro non sono che elementi facenti parte dell'ordinamento del globo e come tali lavorano essi pure, come tutti gli altri, a mantenere quell'armonia generale dell'universo, di cui essi, come tutti gli altri elementi, usufruiscono.

In base a questo concetto le piante e gli animali possono considerarsi come fattori, e fattori importantissimi, della circolazione della materia. Essi infatti prendono dall'aria, dall'acqua e dalla terra gli elementi necessari al loro sviluppo e restituiscono all'aria, all'acqua ed alla terra tutti questi elementi, sia durante la loro vita, che colla loro morte. Nè quest'azione degli organismi si limita al meccanismo dell'alimentazione, ma si manifesta anche in quello della fissazione,

ossia in quel lavoro per cui alcuni organismi trattengono nel loro corpo elementi contenuti nell'aria, nell'acqua e nella terra. Così alcuni animali, fissando elementi disciolti nell'acqua, si creano attorno al loro corpo degli involucri, che vanno poi a formare zone estese di rocce calcari, e così le piante, fissando il carbonio e fossilizzandosi, formano nelle viscere della terra potenti strati di rocce carbonifere. Per effetto adunque del meccanismo dell'alimentazione e della fissazione si costituisce un ciclo, per cui la materia passa dall'aria, dall'acqua e dalla terra agli animali ed ai vegetali, e da questi ritorna a quelle.

Questa funzione degli organismi di fattori della circolazione della materia è assai importante e dà luogo ad una serie di fenomeni di grande interesse nella storia della terra, tanto che noi ricorriamo principalmente allo studio dei residui organici, ossia dei fossili, per procedere alla classificazione dei terreni.

Una sintesi completa delle trasformazioni della superficie terrestre, dovute all'azione degli organismi, è un lavoro che la scienza non ha peranco tentato, ma esistono numerosi fatti attestanti tale azione, e qui accenneremo a quelli aventi maggiore influenza sulle forme del terreno.

15. Azione degli animali. — Gli animali possono dar luogo ad azioni trasformatrici della superficie terrestre di qualche entità, e ne abbiamo esempi nella costruzione di dighe per opera dei castori, per cui si arrestano o si deviano le acque; nell'escavazione di gallerie sotterranee per opera delle talpe, per cui meno consistente diventa il terreno; nell'azione perforatrice delle rocce esercitata dai molluschi litofagi o litodomi, per cui esse più facilmente possono essere attaccate dagli agenti dell'erosione; nella formazione delterriccio vegetale operato dai lombrichi col rimestamento del terreno (1); nella deposizione dei residui di animali, cui si devono formazioni geologiche abbastanza considerevoli, come i giacimenti di guano nel Perù; e così di seguito. Ma dove l'azione degli animali si manifesta in modo veramente considerevole è nel mare.

Le acque dei fiumi contengono in soluzione quantità notevoli di carbonato di calce, che versano nel mare; le acque di questo dovrebbero perciò sempre più caricarsi di tale sostanza, mentre invece si vede che ne contengono in proporzioni relativamente piccole. L'eccesso viene sottratto da alcuni animali marini, specialmente appartenenti alla specie dei molluschi, che lo segregano nel loro organismo sotto forma di gusci o conchiglie, atte a sostenere le loro

(1) Darwin, *La formazione della terra vegetale per azione dei lombrichi* (trad. dall'inglese). Torino 1882.

parti molli. Gli avanzi solidi di siffatti animali, accumulandosi sul fondo del mare, vi costituiscono potenti strati, che innalzati dalle forze endogene, vanno a formare la massima parte delle montagne calcari.

Tra le formazioni dovute all'accumulo di residui d'animali marini, sono specialmente notevoli per rapidità di accrescimento quelle di alcuni piccoli molluschi della specie corallina o madreporica (*polipi*), che vengono appunto dette *formazioni coralline* o *madreporiche.* Questi molluschi sono di sostanza gelatinosa e di forma simile a quella dei fiori; si propagano generalmente per gemmazione, e gli individui non si separano, ma vivono in masse, costruendo colle proprie secrezioni un edificio calcare, che si sviluppa rapidamente, per lo più con forme ramificate, ed entro il quale si annidano (*polipaio*). Questi animaletti non possono vivere che a piccola profondità nel mare, per cui si depositano contro gli scogli, e quivi formano banchi o cordoni (*scogliere coralline*), che aumentano fino a raggiungere il livello delle acque, ove il loro sviluppo si arresta. Le onde erodono gli orli di queste formazioni e trasportano i materiali erosi verso il centro della loro superficie, cosicchè ne elevano il livello sopra l'acqua; i vegetali vaganti pel mare si arrestano contro il cordone che incomincia ad emergere; il vento vi trasporta semi, i quali trovano nel tritume corallino un terreno feracissimo; la giovane terra si copre così di vegetazione e non è raro il caso che l'uomo vi si stabilisca.

A queste costruzioni è pertanto dovuto il formarsi di nuove terre, che attualmente ha luogo solamente nei mari equatoriali e tropicali, non potendo questi molluschi vivere se non a temperature superiori ai 20°, ma che nelle passate epoche geologiche si verificò anche in altri mari, aventi allora temperature superiori alle attuali.

Tali formazioni sono, ad esempio, assai diffuse nel Pacifico (coste orientali dell'Australia ed isole della Polinesia), nell'Oceano indiano (gruppi delle isole Maldive e Lacchedive) e nel Mar Rosso (isole di Dahlak, di fronte a Massaua).

Queste costruzioni presentano tipi diversi, che possono così raggrupparsi:

1°) *scogliere a frangia* (in ingl. *fringing-reefs*), *marginali* o *costiere*, quando rappresentate da depositi corallini rivestenti gli scogli;

2°) *scogliere a barriera* (in ingl. *barrier-reefs*) od *a diga*, serie di scogli corallini sorgenti lungo le coste, e da esse separate, mediante un canale più o meno largo (figura 64). Di tale formazione si ha un esempio imponente lungo le coste nord-orientali dell'Australia (*Great barrier-reef*);

3°) *scogliere anulari* o *a ghirlanda*, più note sotto il nome di *atollo* (anche *attollo*, dal latino *attollere* = innalzare) (fig. 65). A spiegare

quest'ultima forma si sono fatte diverse ipotesi, fra le quali la più accreditata è quella del Darwin (1), fondata sul lento abbassamento del fondo del mare e quindi sulla sommersione delle isole, attorno

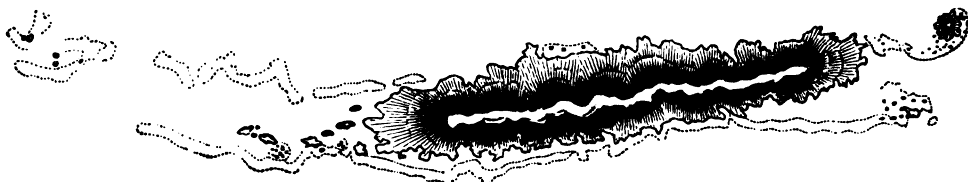


Fig. 64. — Scogliere coralline a barriera lungo i lidi della Nuova Caledonia (Darwin).



Fig. 65. — Atollo (Dana).

alle quali i polipi corallini vanno innalzando le loro costruzioni. Il processo di formazione appare evidente dalla figura 66, nella quale sono indicati i diversi livelli del mare (I, II, III, IV) rispetto all'isola abbassantesi, e le formazioni coralline corrispondenti ai diversi livelli (*f; f', e', b'; f'', e'', b''; i''', e''', b'''*). In tali formazioni si vede il graduale passaggio da scogliere a frangia (*f*), a scogliere a barriera (*b'''*), separate dalla costa mediante un canale (*e'''*); proseguendo l'abbassamento dell'isola è evidente che la formazione assumerà la configurazione anulare propria dell'atollo.

---

(1) Darwin, *Sulla struttura e distribuzione dei banchi di corallo e delle isole madreporiche*. Torino 1888.

Per le ipotesi relative alle genesi degli atolli consultisi:

Langenbeck, *Die Theorien über die Entstehung der Korallen-inseln*. Leipzig 1890; contiene la bibliografia sull'argomento.

Idem, *Die neueren Forschungen ueber di Korallenriffe*. Geographische Zeitschrift, IX, X, Heft. 1897.

16. Azione dei vegetali. — Anche i vegetali hanno una parte non piccola nelle trasformazioni della superficie terrestre. I muschi, i licheni, ecc., concorrono, ad esempio, alla disgregazione delle rocce, ed analoga funzione esercitano le radici delle piante, penetrando fra i crepacci delle rocce ed allargandoli. Viceversa la vegetazione serve a rendere stabili i terreni detritici, e ne abbiamo esempi nella fissazione delle dune, nella sistemazione dei pendìi ed in genere nel rassodamento dei terreni.



Fig. 66. — Rappresentazione schematica della genesi di un atollo, secondo Darwin (Dana).

La vegetazione concorre inoltre, colla disgregazione del terreno e colla decomposizione delle proprie spoglie, alla formazione del terriccio vegetale, e se ne ha un esempio classico nella *regione delle terre nere* in Russia, tra la foce del Danubio e la penisola di Crimea, ricoperta di uno strato di sabbia mista a residui di sostanze organiche, dovute ad incompleta carbonizzazione di piante erbacee; tale strato costituisce un suolo agricolo fertilissimo, specialmente adatto per la produzione dei cereali.

Ai vegetali si deve pure la formazione della *torba*, che in alcuni paesi copre zone estesissime, aventi speciali caratteri geografici e nelle quali la praticabilità è limitata alle sole strade.

La torba si forma nei terreni acquitrinosi, dove si ha grande sviluppo di vegetazione erbacea, e generalmente di erbe appartenenti alla famiglia degli *sfagni*. La formazione è dovuta all'incompleta carbonizzazione delle parti inferiori e delle spoglie di tali erbe, determinata dal loro rapido sviluppo, per cui mentre una parte dell'acqua coprente il terreno viene assorbita, il suolo è parzialmente isolato dal contatto dell'aria e sottratto all'azione dei raggi solari. Col carbonizzarsi della parte inferiore delle erbe, si forma un primo strato di torba; ma siccome tali erbe continuano a vegetare colle loro parti superiori, così gli strati torbosi vanno continuamente aumentando di spessore, tanto più che la vegetazione va sempre più sviluppandosi anche sugli stessi strati in formazione.

Allo sviluppo della torba è però condizione necessaria una temperatura non troppo elevata, perchè non troppo rapida sia l'evaporazione dell'acqua e sopratutto non sia possibile la fermentazione

putrida dei residui vegetali. Le torbiere trovansi infatti nei bassopiani umidi dei paesi freddi e temperati, ed in località elevate ed umide nelle regioni calde.

Le più estese torbiere dell'Europa trovansi nell'Islanda, nell'Olanda, nell'Hannover e nell'Oldenburg. In Italia si hanno torbiere di qualche entità in alcune conche della regione alpina ed appenninica (Moncenisio, Piccolo San Bernardo, Misurina nel Cadore, Campotosto nell'Aquilano, ecc.); nelle regioni moreniche (Ivrea, Varese, Como, ecc.); nelle zone vallive e lagunari del Veneto; ed in piccole proporzioni nei delta del Po, dell'Arno, del Tevere, ecc.

Ai vegetali si deve pure la formazione dei terreni carboniferi, derivanti dall'abbassamento e seppellimento di foreste o di zone dove le acque accumularono grandi quantità di legnami. L'esistenza di questi terreni esercita una forte influenza sullo sviluppo economico dei paesi, facilitando l'esercizio delle industrie, cosicchè essi vanno considerati come uno dei fattori più importanti dei caratteri antropogeografici di una regione.

17. Azione complessiva delle forze interne ed esterne: formazione del rilievo terrestre (*morfogenia* o *morfogenesi terrestre*, *orogenia* od *orogenesi*). — Studiata analiticamente la genesi delle forme del terreno coll'esame successivo dell'azione delle diverse forze e dei risultati di tale azione, si può ora fare la sintesi di tale studio, vedere cioè quale sia l'azione complessiva delle forze interne ed esterne sulla superficie del terreno, il di cui risultato è rappresentato dal rilievo terrestre.

Le quistioni riflettenti la genesi del rilievo terrestre furono fin da tempi remoti oggetto di lunghi studi e di pazienti investigazioni, diedero luogo ad ipotesi diverse, crearono teorie disparate e condussero spesso a vivaci discussioni, le quali durano tuttora, per quanto su alcuni punti siasi già raggiunto il comune consenso degli scienziati.

Prescindendo dalle concezioni fantastiche ed anche da qualche presentimento scientifico o da qualche lampo d'intuizione intorno alla formazione dei rilievi terrestri, che s'incontrano in alcuni scritti di tutti i tempi, a partire da quelli dei filosofi greci, possiamo dire che le prime idee veramente positive in fatto di orogenesi, non risalgano oltre la seconda metà del secolo XVIII, epoca nella quale la geologia incominciò a prendere consistenza scientifica, specialmente per opera del Werner (1). Fu egli, che colla classificazione cronologica

(1) Abraham Gottlob Werner (1750-1817), celebre mineralogista, professore all'Accademia delle miniere (Bergakademie) di Freyberg in Sassonia, può considerarsi come il fondatore della moderna stratigrafia e l'autore dell'ipotesi nettuniana.

delle rocce, fissò il concetto cardinale della moderna stratigrafia, concetto che era bensì stato intraveduto da altri, fra i quali alcuni Italiani (1), ma che venne per la prima volta da lui posto su basi scientifiche e completamente sviluppato. Le teorie del Werner risentivano tuttavia dei difetti inerenti a studi basati su osservazioni limitate ad un campo assai ristretto. Come le scuole greche erano state attratte dalle manifestazioni vulcaniche delle regioni a loro più note, ad attribuire i fatti orogenici esclusivamente all'azione del fuoco, e come gli Egizi, dalla contemplazione del Nilo, erano stati indotti a considerare l'acqua come causa principale dei fenomeni terrestri, così il Werner, non mai uscito dalla Sassonia, ove predominano i terreni sedimentari, fu condotto dalla generalizzazione dei fatti locali osservati, ad attribuire esclusivamente all'azione dell'acqua la formazione dei rilievi terrestri. È perciò che egli viene ritenuto il capo della scuola detta dei *nettunisti*, che disputando con quella dei *plutonisti*, perpetuava, con maggiori mezzi e più positivi argomenti, l'antica lotta fra i partigiani dell'acqua e quelli del fuoco. Secondo le idee della scuola del Werner, il nostro pianeta dovette essere nella sua prima origine un miscuglio di sostanze disciolte nell'acqua. Una parte di queste sostanze cristallizzandosi, avrebbe formato un nucleo solido, sul quale agendo le acque col loro lavoro di erosione, di trasporto e deposito, si sarebbero venute accumulando le formazioni sedimentarie ed avrebbero ricoperto il nucleo cristallino; non però totalmente, in modo che esso potesse emergere in alcuni punti colle sue masse attraverso i terreni sedimentari. Le manifestazioni vulcaniche erano da questa scuola considerate come fenomeni locali, derivanti da combustioni di banchi di rocce carbonifere.

Pur prescindendo dalle premesse geogoniche, facilmente oppugnabili, si vede chiaramente che questa teoria non vale a darci ragione dei più comuni fatti orografici, poichè nell'esame dell'assetto delle rocce costituenti le montagne, noi troviamo frequentemente strati fortemente inclinati, contorti e spezzati, aventi cioè disposizioni che non possono essere assunte colla semplice deposi-

---

Ebbe nei molti anni del suo professorato numerosi allievi di ogni paese, che diffusero le sue idee. Le sue opere principali sono: *Kurze Klassifikation und Beschreibung der Gebirgsarten*, Dresden, 1787; *Neue theorie über die Entstehung der Gänge*, Freiberg, 1791.

(1) Fra gli Italiani, che possono considerarsi come precursori del Werner, havvi il veronese Giovanni Arduino (1714-1795), che nella sua opera: *Osservazioni sulla fisica costituzione delle Alpi del Veneto*, 1795, ed in altri scritti minori, divide le rocce in stratificate e non stratificate, e le classifica in base alla loro età relativa.

zione dei materiali, operata dalle acque, ma che fanno presupporre l'intervento di forze sollevanti. La fig. 67 presenta appunto uno dei casi, che più comunemente si verificano nella giacitura delle masse rocciose di montagne costituite di terreni misti, nel qual caso vediamo attorno ad una massa di rocce cristalline massicce, adagiarsi formazioni sedimentarie a strati raddrizzati e contorti.

Simili fatti venivano opponendosi alla teoria del Werner da quegli scienziati, che, come il Saussure (1), allargavano il campo delle loro

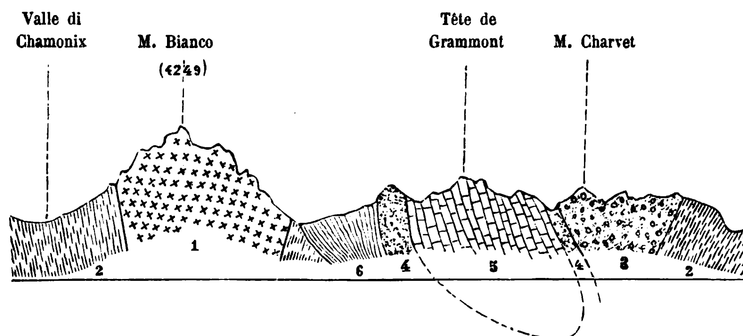


Fig. 67. — Sezione attraverso il Monte Bianco (Zaccagna e Mattirolo). 1, protogino; 2, gneiss; 3, carbonifero; 4, permiano; 5, trias; 6, giuralias.

investigazioni, percorrendo i terreni più svariati e specialmente quelle complesse regioni montane, che, come le Alpi, offrono multiforme e vastissima materia d'osservazione.

Fu precisamente in base a queste osservazioni che la scuola plutonica, applicando l'antico concetto alle recenti conquiste della stratigrafia, emise l'idea che la formazione del rilievo terrestre dovesse attribuirsi all'azione delle forze interne contro gli strati della crosta terrestre, accumulati dalle forze esterne. Capo di questa scuola fu lo scozzese Hutton (1726-1797), i di cui concetti vennero maestrevolmente esposti e diffusi dal Playfair (2).

Questa scuola trovò un potente aiuto nella teoria cosmogonica del Laplace, diametralmente opposta a quella del Werner, e che col suo diffondersi valse non poco a sfatare l'ipotesi nettunistica; ma più sostanzialmente assicurarono il trionfo delle teorie plutoniche, le osservazioni fatte dall'Humboldt sui fenomeni vulcanici e sismici nei suoi viaggi in America, e gli studi del geologo tedesco Leopoldo von Buch, che in base ai concetti di questa scuola formulò la *teoria dei sollevamenti* (3).

(1) SAUSSURE, *Voyages dans les Alpes*, Genève, 1779-96.

(2) PLAYFAIR, *Illustrations of the Huttonian Theory*, Edinburgh, 1802.

(3) Per le opere di HUTTON, HUMBOLDT e VON BUCH vedi note a pag. 55.

Escludendo i rilievi prodotti dalle eruzioni vulcaniche o quelli dovuti all'azione degli agenti esterni (*montagne epigenetiche*, ossia generate sopra la crosta terrestre), formanti una parte assai piccola, si nota che le montagne sono per lo più costituite di terreni sedimentari, i quali hanno perduto la loro primitiva disposizione e sono stati raddrizzati, piegati e molte volte spezzati, in modo da permettere che attraverso le loro squarciature appaiano per denudazione o trabocchino per eruzione quelle masse di rocce, che trovansi alla base della crosta della terra. Queste osservazioni suggerirono al von Buch l'idea che la formazione dei rilievi fosse dovuta ad una spinta verticale agente dal basso all'alto, dall'interno all'esterno, ossia ad un'azione di sollevamento. Quest'azione, manifestandosi maggiormente secondo

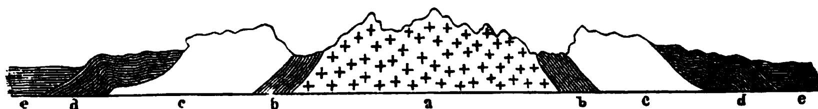


Fig. 68. — Profilo schematico delle Alpi secondo la teoria dei sollevamenti (Neumayr).
a) Zona cristallina centrale — *bb*) Zone della grovacca (1) — *cc*) Zone del calcare — *dd*) Zone dell'arenaria *cc*) Pianure.

talune direzioni, avrebbe, secondo le stesse, determinato il sollevamento degli strati sedimentari, in modo da farli non solo emergere dal mare, ma da innalzarli in rilievi montani. In questi innalzamenti, gli strati sedimentari, non potendo sempre resistere alle forze impellenti ed allo stiramento, si sarebbero molte volte squarciati, specialmente nelle parti più elevate, ed avrebbero così scoperto le masse rocciose cristalline o dato passo all'emersione di rocce eruttive, che per tal modo sarebbero venute a formare la parte culminante dei rilievi. Il fenomeno orogenico, secondo l'esposta teoria, può schematicamente rappresentarsi colla fig. 68.

Questa teoria, se può servire a spiegare il raddrizzamento e lo squarciamento degli strati sedimentari e l'apparire o l'erompere di masse interne, diventa insufficiente allorchè ci troviamo di fronte a casi assai frequenti di contorcimenti, ripiegamenti e rovesciamenti di strati, quale ad esempio quello rappresentato dalla così detta *duplice piega di Glarona*, nel gruppo di Tödi (fig. 69) (2), che pre-

(1) La *grovacca* (in tedesco, *grauwacke*) è una puddinga metamorfica, costituita in massima parte di elementi silicei con cemento siliceo o silico-argilloso; trovasi frequentemente nei terreni paleozoici e triasici delle Alpi.

(2) Heim, *Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung im Anschluss an die geologische Monographie der Tödi-Windgällen-Gruppe*, Basel, 1878 (cnfr. I Band, Abschnitt IV: *Die Glarner Doppelfalte*, pag. 124 e seguenti).

senta uno dei casi più istruttivi, sebbene tutt'altro che singolare, di complicazione stratigrafica. Oltre a ciò questa teoria è in evidente contrasto colle due leggi morfologiche, che quasi sempre si verificano nei rilievi terrestri, quelle cioè del *parallelismo* e dell'*assimetria* dei loro elementi.

Infatti un sistema montano può generalmente considerarsi come costituito di zone, spesso distinte per la diversa natura dei terreni; l'andamento di tali zone è segnato dalle *linee direttrici* del rilievo

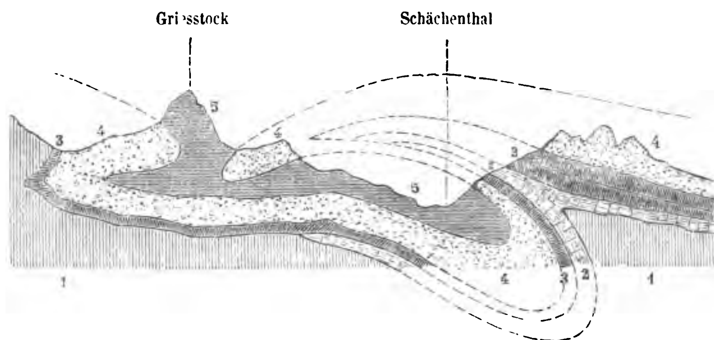


Fig. 69. — Sezione delle Alpi Svizzere (Heim).
1, gneiss; 2, verrucano; 3, lias; 4, giurassico e cretaceo; 5, eocene.

(in tedesco, *Leitlinien*), che corrispondono alle sue principali linee tettoniche e che sono fra di loro sensibilmente parallele. Questo fatto appare con grande evidenza in taluni sistemi montani tuttora ben compaginati, quali, ad esempio: l'Appennino, e specialmente il centrale (fig. 70), il Giura, gli Alleghany, ecc.; ma si riscontra anche in quelli dove il lavoro dell'erosione ha fortemente alterato la primitiva architettura, quando, ricostruendo col pensiero le parti demolite dagli agenti esterni, si riesca ad immaginare il rilievo, quale fu inizialmente prodotto dalla dislocazione.

Così pure esaminando un sistema montano nella sua altimetria, vediamo ch'esso, sia considerato nel suo insieme, sia considerato nei suoi elementi, presenta sempre configurazioni spiccatamente assimetriche. Le Alpi occidentali infatti scoscendono con forte pendenza verso il bassopiano del Po, venendo colle loro masse cristalline in diretto contatto colla pianura, mentre degradano dolcemente verso il bassopiano del Rodano in zone concentriche, nelle quali alle aspre montagne granitiche alpine, succedono le forme miti delle prealpi calcari, sfumanti nel piano colle leggere ondulazioni delle colline di terreni terziari. L'Appennino ligure è assai più scosceso verso il Tirreno, che non verso il bacino del Po; ed il centrale ha la sua più elevata linea di vetta non simmetrica rispetto all'area del sistema

Fig. 70

LINEE DIRETTRICI DEL

Appennino

Preappennino

Gruppi pretersiarii del Preappennino

Tratti di anticlinale coincidenti collo spartiacque principale

Anticlinali

Sinclinali

Schizzo tettonico (Fischer).

UNIONE TIP.-EDITRICE - TORINO.

70 [a pag. 132].

ELL'APPENNINO CENTRALE



Schizzo ipsometrico (riduzione fotografica dalla carta ipsometrica austriaca, 1 : 750 mila).

montano, ma più accostata al littorale adriatico, che non al tirrenico (fig. 71). Esempi analoghi ci offrono il Giura, i Carpazi, i Pirenei, gli Alleghany, ecc.; ed in tutti questi sistemi l'assimetria complessiva

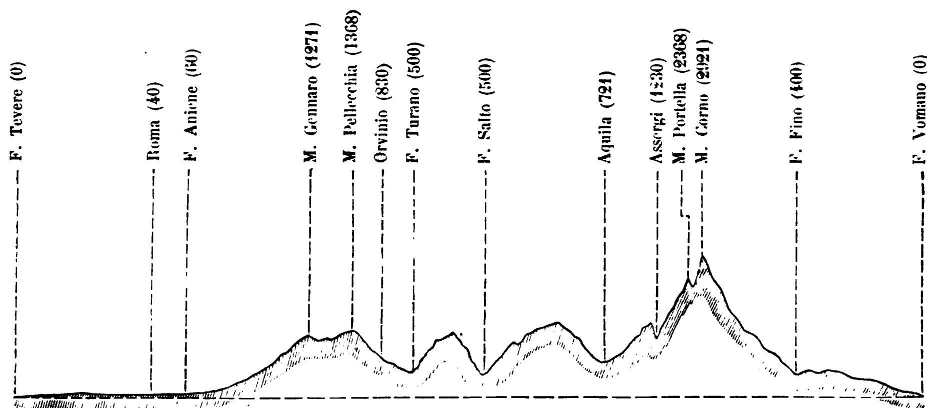


Fig. 71. — Sezione della penisola italiana tra la foce del Tevere e del Vomano.

SCALA delle distanze $\frac{1}{1.500.000}$, delle altezze $\frac{1}{150.000}$

si ripete nei diversi elementi, cosicchè i versanti d'ogni piega sono sempre più scoscesi da una parte, che non dalla parte opposta.

La legge dell'assimetria va naturalmente estesa anche alle cavità continentali ed oceaniche, essendo tali cavità la parte depressa,

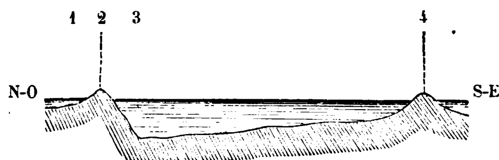


Fig. 72. — Profilo attraverso il Pacifico settentrionale dalle isole Kurili al gruppo delle isole Sandwich. 1, Mare d'Okhotsk; 2, Isola Urup (Kurili); 3, Massima profondità (8540 m.); 4, Isola Crespo.

SCALA lunghezze $\frac{1}{75.000.000}$, profondità $\frac{1}{1.750.000}$

rispetto al livello del mare, della crosta terrestre, e quindi la naturale continuazione dei rilievi (fig. 72).

Il costante verificarsi di queste due leggi morfologiche, ha condotto alla ricerca di una forza orogenica che valesse a dar ragione di esse, e così alla teoria dei sollevamenti, ossia delle spinte verticali,

si venne sostituendo la *teoria dei corrugamenti*, ossia delle spinte laterali, la quale suppone essere i rilievi, corrugamenti della crosta terrestre, prodotti da pressioni agenti tangenzialmente alla superficie di essa. Tale teoria concepita, forse per la prima volta, fin dal principio del secolo dall'Hall (1), venne sviluppata specialmente da Élie de Beaumont in Francia (2), dal Suess (3) e dall'Heim (4) in



Fig. 73. — Esperienza di James Hall (Lyell).

Germania, dal Dana (5) in America, e trovò la sua sanzione in una serie di celebri esperimenti, che già iniziati nel 1813 dall'Hall (6), col sottoporre a pressioni laterali una pila di pezzi di panno (fig. 73), e proseguiti da altri, furono mirabilmente perfezionati dal Daubrée all'Accademia delle scienze di Parigi (7).

Il perfezionamento del Daubrée consiste nell'aver introdotto nell'esperimento tutte quelle varianti di pressione, che possono verifi-

(1) HALL, *On the convolutions of strata at their junction with granite*, New York, 1815.

(2) ÉLIE DE BEAUMONT, *Notice sur les systèmes de montagnes*, Paris, 1852.

(3) SUESS, *Die Entstehung der Alpen*, Wien, 1875.

IDEM, *Das Antlitz der Erde*, Wien 1883. Quest'opera, veramente magistrale, consta di quattro parti: la prima tratta delle dislocazioni in generale, la seconda delle montagne della terra, la terza dei mari, e la quarta formerà la sintesi di tutto il lavoro. Solo le prime due parti sono state fino ad ora pubblicate. Di quest'opera esiste la traduzione italiana di VINASSA DE REGNY (*L'aspetto della terra*, Pisa, 1894-97), e la traduzione francese diretta dal DE MARGERIE (*La face de la terre*, Paris, 1897).

(4) HEIM, *Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung*, ecc., già cit.

(5) DANA, *Manual of Geology*, New York, 1875.

(6) HALL, *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, VII, 1813.

(7) DAUBRÉE, *Études synthétiques de géologie expérimentale*, già cit.

Recentemente, al Congresso geologico internazionale di Pietroburgo (agosto 1897), vennero presentati altri due apparecchi per la riproduzione sperimentale dei rilievi terrestri da MEUNIER (Parigi) e PRINZ (Bruxelles) (v. *Bollettino della Società geografica italiana*, IX, 1897. Relazione di G. DE ANGELIS D'OSSAT).

carsi in natura e nell'essere così riescito a riprodurre le diverse modalità del fenomeno orogenico. Egli fece uso di un apparecchio consistente in un telaio di legno, nel quale disponeva lamine costituite di materiali varî, quali cera, gesso, resina, metalli o miscugli di tali materiali, rappresentanti gli strati terrestri. Sopra tali lamine egli esercitava pressioni verticali e laterali, per mezzo di due regoli mossi da apposite viti. Sul primo di essi, disposto superiormente alle lamine, agivano due viti verticali, mediante le quali si potevano far variare le pressioni verticali, rappresentando così la diversa azione esercitata dagli strati superiori; sul secondo regolo, collocato lateralmente, agiva una vite orizzontale, per mezzo della quale era possibile far variare le pressioni laterali, rappresentanti la diversa intensità dello sforzo orogenico. Le figure 74, 75 e 76 riproducono alcuni casi di queste esperienze.



Fig. 74. — Lamine di spessore uniforme, sottoposte a pressioni laterali successivamente crescenti, con pressioni verticali uniformi.



Fig. 75. — Lamine di spessore uniforme, sottoposte a pressioni laterali successivamente crescenti, con pressioni verticali maggiori in *a*.

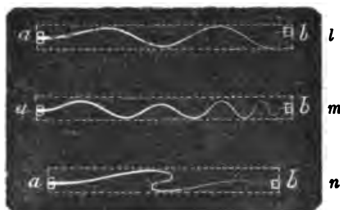


Fig. 76. — Esperienze su lamine di spessore non uniforme: *l*, *m*, lamine più sottili ad un'estremità, sottoposte a pressioni laterali crescenti, con pressioni verticali uniformi; *n*, lamina più sottile al centro, sottoposta a pressioni laterali, con pressioni verticali uniformi.

Premessi questi dati sperimentali ed ammesso che le masse rocciose sono dotate di un certo grado di plasticità, decrescente dalle sedimentarie alle cristalline, riesce facile l'immaginare la formazione del rilievo terrestre, per effetto delle pressioni laterali. Dove la compressione investì solo gli strati superiori, e questi erano costituiti di terreni sedimentari, specialmente di quelli di recente formazione, si ebbero pieghe non elevate, uniformi, flessuose. Dove la compressione incontrò rocce meno plastiche ed operò profondamente,

commovendo anche le masse interne, le pieghe si accentuarono e talvolta si squarciarono; le testate dei loro strati spezzati, più o meno eretti, costituirono creste taglienti, più o meno elevate; e le masse interne compresse s'innalzarono ed apparvero attraverso le squarciature allargate dall'erosione, formando sovente le pareti culminanti dei rilievi. Spesso ancora per la poca plasticità delle rocce e la disomogeneità delle masse, anzichè pieghe, si ebbero linee di frattura fra di loro diversamente incrociate, e per effetto della gravità, spostamenti verticali di masse, salti e sprofondamenti di zone fra più linee di fratture. Le zone abbassantisi, obbligate ad occupare spazî minori, agirono come cunei, esercitarono cioè contro le pareti di scorrimento forti pressioni laterali, che diedero luogo all'increspamento della superficie delle masse contermini. La crosta della terra dovette pertanto frantumarsi in zone elevate e depresse, e la superficie di queste increspatsi secondo direzioni diverse, sulle quali direzioni d'increspamento dovette influire anche l'azione di resistenza di quelle più antiche masse, che erano rimaste immobili in mezzo allo sprofondarsi del terreno circostante (*Horst*, v. p. 42). Frattanto attraverso le fratture e le squarciature si iniettarono i materiali magmatici dell'interno, che traboccarono all'esterno sconvolgendo gli strati spezzati, riversandosi su di essi e ricoprendoli colle proprie espansioni.

A completare l'opera del dinamismo interno, è necessario introdurre l'azione delle forze esterne. La superficie della terra frantumata, rotta in zone elevate e depresse, e corrugata, è sottoposta all'azione diuturna degli agenti esterni, che col loro lavoro di demolizione, di trasporto e di deposito, mutano la configurazione primitiva del rilievo, e danno luogo a nuove forme ed a nuovi terreni. Ricordando infatti quanto abbiamo detto a proposito dell'azione delle forze esterne e sopratutto dell'acqua, riuscirà facile il capire come nelle masse scolpite dalla dislocazione siano venute scavandosi le valli, come possa aver avuto luogo il frastagliamento delle linee di vetta della montagna, lo scarnimento dei suoi fianchi, il suo smembramento in tronconi e così via. Ripensando poi al complesso lavoro di deposito e di trasporto delle forze esterne, si comprende come i materiali strappati alle creste od ai fianchi della montagna, traslocati dai ghiacciai e dalle acque, abbiano potuto ricolmare depressioni, formare pianure estesissime, contendere lo spazio al mare, rimutante continuamente coi suoi venti e colle sue onde il contorno delle terre che lo rinserrano. Gli effetti dell'azione demolitrice delle forze esterne, indipendentemente dalle altre cause, devono essere proporzionali all'età dei rilievi, ed il risultato finale cui tende tale azione sarà perciò lo spianamento della montagna (fig. 77), ossia la

sua trasformazione in una pianura leggermente accidentata (1), che la dislocazione romperà di nuovo in zone elevate e depresse e corrugherà, formando nuovi rilievi.

In base a quanto abbiamo ora esposto, possiamo quindi ritenere che la teoria delle pressioni laterali è quella che serve a dare la più soddisfacente spiegazione dei principali fatti orografici, ed essa è ormai infatti da tutti accettata. Non concorde è però l'opinione degli scienziati intorno alle cause di tali pressioni, e quantunque la ricerca delle cause prime spetti alla geologia e non alla geografia, pure questa non può totalmente disinteressarsi a tale quistione, perchè

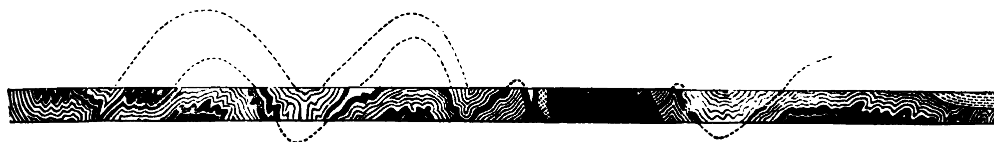


Fig. 77. — Spaccato schematico dei sedimenti arcaici da Petite Nation fino a St-Jérôme nel Canadà (Longan). — Gli strati sono piegati come in una grande montagna, ma il terreno è stato livellato dall'erosione, e la montagna (linea punteggiata) è distrutta.

la nozione di queste cause, per quanto sommaria, può valere a meglio chiarire il complesso problema della formazione del rilievo terrestre.

Alcuni geologi spiegano tali cause col progressivo raffreddamento della terra, che deve necessariamente effettuarsi con una contrazione tanto verticale o radiale, quanto orizzontale o tangenziale, determinante direttamente per riduzione di superficie ed indirettamente per sprofondamenti di masse, pressioni laterali. Questa spiegazione, che fu appunto detta *teoria della contrazione*, è opera e gloria di Élie de Beaumont (2), il quale tuttavia la sviluppò seguendo il concetto

---

(1) Il perfetto livellamento del terreno è in natura reso impossibile dalla tendenza dei pendii a sistemarsi secondo curve di equilibrio (v. pag. 75), e dal diverso grado di resistenza che le rocce presentano alla demolizione. Alla pianura rappresentante il termine finale, cui tende l'azione demolitrice delle forze esterne, il Powel (*Exploration of the Colorado River*, Washington, 1875), ed il Dutton (*The tertiary history of the Grand Cañon District*, già cit.), danno il nome di *livello di base dell'erosione* (in inglese, *baselevel of erosion*); più recentemente il Davis (*American Journal*, 1889), ha designato tale pianura col termine di *penplain*, che il de Lapparent ha introdotto nella lingua francese colla forma di *pénéplaine* (cnfr. *Leçons de géographie physique*, Paris, 1896, pag. 148).

(2) Élie de Beaumont, *Notice sur les systhèmes de montagnes*, già cit. (cnfr. pag. 1237 e seg.).

Intorno alla parte avuta da Élie de Beaumont nello sviluppo della teoria della contrazione, variamente apprezzata dagli scienziati, vedasi quanto dice il de Lapparent a pag. 1225 del suo *Traité de géologie*, Paris, 1883.

della *scuola delle rivoluzioni del globo*, per cui s'immaginava che la crosta terrestre potesse resistere fino ad un certo limite alla forza di contrazione, oltrepassato il quale, accadeva lo sconvolgimento (*débâcle*), ossia si manifestavano quasi d'un tratto piegamenti e sprofondamenti, generanti i rilievi montani. Però anche quando la geologia prese colla scuola evoluzionista un indirizzo più razionale, rimase inalterata questa spiegazione della origine delle pressioni laterali, solo che, aumentando il valore del tempo, si sostituì al concetto dello sconvolgimento, quello della lenta trasformazione. E tale spiegazione fu accettata dalla maggior parte dei geologi, tra i quali specialmente il Dana, l'Heim ed il Suess hanno potentemente concorso colle proprie opere (1) allo sviluppo di questo concetto generale, introducendo nell'interpretazione di esso le loro speciali vedute. Fra questi geologi, il Suess è certamente quello che più ampiamente ha sviluppato la quistione orogenica, mettendo in evidenza la capitale importanza del progressivo sprofondamento d'estese zone di terreno, e l'influenza che sull'orientamento e sulla configurazione dei rilievi terrestri possono aver esercitato le masse montane preesistenti, agenti come blocchi di resistenza (2).

Altri geologi però non ammettendo il progressivo raffreddamento della terra e la conseguente contrazione del globo, come già si è detto a proposito dei bradisismi, furono indotti a cercare differenti spiegazioni dei fenomeni orogenici, e così sono sôrte altre teorie, che la scienza positiva non ha tuttavia ancora completamente accettate (3).

---

(1) Per le opere di questi geologi vedansi le note a pag. 134.

(2) Le idee del SUESS trovano un'evidente applicazione nello studio della formazione della nostra penisola; leggasi a questo riguardo: FISCHER, *La penisola italiana* (trad. dal tedesco), Torino, in corso di pubblicazione (v. specialmente il Capo II: *La genesi*).

(3) Un completo riassunto delle teorie riflettenti la genesi delle forme del terreno trovasi nelle due memorie del PHILIPPSON, *Die neueren Forschungen und Ansichten über den Bau der Erdkruste*, Geographische Zeitschrift, I Jahrgang, 1895, pag. 109 e seg., 204 e seg.; *Die Morphologie der Erdoberfläche in dem letzten Jahrzehnte* (1885-94), ibid. II Jahrgang, pag. 512 e seg., 517 e seg., 523 e seg., 557 e seg., 626 e seg., 688 e seg. — Specialmente nella prima di queste memorie è presa in esame la teoria della contrazione, secondo i diversi concetti di ÉLIE DE BEAUMONT, del DANA, dell'HEIM, del SUESS, ecc., e sono esposte le altre diverse teorie non basate sul principio della contrazione, quali la *teoria termica* di MELLARD READ e DE LAPPARENT (cnfr. pag. 223), la *teoria di corrugamento per scorrimento* del REYER, la *teoria isostatica* (stato d'equilibrio della crosta terrestre) del DUTTON, ecc.

Un breve ed ottimo riassunto delle teorie orogeniche può trovarsi nella memoria del PORENA, *Sulle recenti teorie della genesi delle montagne*, Rivista geografica

Molti poi, pur ammettendo la teoria della contrazione, non credono avvenga in misura tale da poter essere per sè stessa sufficiente a spiegare l'effettuarsi di grandiosi fenomeni orogenici (1). Essi danno perciò a tali fenomeni anche altre interpretazioni, che possono considerarsi come l'estensione ed un complemento di quelle più sopra accennate.

Fra tali interpretazioni soddisfa in modo particolare quella adottata dall'Issel (2), che ripete l'origine dei rilievi terrestri dai bradisismi, dimostrando come le forze originanti un sollevamento o la gravità producente un abbassamento, possano convertirsi in pressioni laterali. Suppongasi infatti che la zona *a b* della crosta terrestre (fig. 78), soggetta a bradisismo ascendente, venga a prendere la posizione *a l b*, subendo uno stiramento ed aumentando la propria superficie, il che è reso possibile dalla plasticità delle rocce. Cessando l'azione della forza impellente, succederà, per effetto della gravità, l'abbassamento della zona, la quale sarà obbligata ad occupare uno spazio minore. Ora essendo le rocce plastiche, ma non elastiche, questo non potrà effettuarsi che con un corrugamento della zona, la cui intensità dipenderà dalla resistenza presentata dalle zone contermini. Analogamente accadrà per la zona *a l b* (fig. 79) abbassatasi per effetto di gravità, qualora fosse successivamente soggetta a sollevamento; essa tenderà a riprendere la posizione originaria, il che, essendo aumentata la sua superficie,



Fig. 78. — Corrugamento per sollevamento e successivo abbassamento (Issel).



Fig. 79. — Corrugamento per abbassamento e successivo innalzamento (Issel).

---

italiana, febbraio 1895; per la teoria del REYER, non sviluppata in tale memoria, vedansi gli studi dello stesso REYER, tradotti in italiano dal VIRGILIO (*Cause delle dislocazioni e della formazione delle montagne; Esperimenti di geologia e geografia*, Torino, 1893), e per quella del DUTTON, di cui pure non è cenno nella memoria in parola, vedasi: NEUMAYR (trad. in italiano) *Storia della terra*, già cit. (cnfr. pag. 629 e seg.).

(1) DE LAPPARENT, *Recherches sur la contraction du rayon terrestre depuis la formation de l'écorce solide*. Comptes rendus de l'Académie des sciences, 1887.

(2) ISSEL, *Le oscillazioni lente del suolo o bradisismi*, già cit. (cnfr. pag. 403 e seg.).

non potrà effettuarsi, per la ragione sopra accennata, che col suo corrugamento. Ora, potendo il fenomeno essersi ripetuto più volte nella medesima zona, nello spazio dei tempi geologici, si comprende come possano essersi prodotti corrugamenti sentiti e complessi, e come la disomogeneità delle rocce abbia potuto in tali piegamenti essere causa di fratture, salti, sprofondamenti e maggiori corrugamenti, per la pressione esercitata dalle masse sprofondate sulle contermini, e si comprende quindi come abbiano potuto aver origine tutti quei particolari orografici, che le forze esterne hanno di poi modellato negli attuali rilievi.

Concludendo intorno alle trattate quistioni di orogenesi, si può dire che le ultime teorie esposte, benchè in alcune parti tuttora ipotetiche, segnano uno straordinario progresso nella soluzione del difficile problema riflettente la formazione del rilievo terrestre. Nessuna di esse può tuttavia ritenersi sufficiente, e forse nuoce a ciascuna di esse l'idea preconcetta del raggruppamento dell'azione delle forze endogene intorno ad un solo principio, mentre alla molteplicità delle loro manifestazioni deve necessariamente corrispondere molteplicità di cause. Ancora oggi l'analisi scientifica non ha potuto raccogliere una quantità sufficente di dati per poter assurgere ad una sintesi positiva, e perciò nelle attuali condizioni della scienza conviene seguire un indirizzo eclettico, e, pur appoggiandosi al principio generale della contrazione della terra, non escludere quelle altre interpretazioni dei fenomeni orogenici, che possono valere a dar ragione dei multiformi aspetti che il rilievo terrestre presenta.

B) Configurazione planimetrica.

Lo studio delle forme del terreno, considerate tanto isolatamente, quanto in gruppi costituenti regioni geografiche (*morfologia terrestre*, *geomorfologia;* comunemente, ma con poca precisione, *orografia*, *oroplastica*, ecc.; v. nota a pag. 17), può distinguersi in quello della loro *configurazione planimetrica* (1) (*configurazione orizzontale* o *pianta*) ed in quello della loro *configurazione altimetrica* (*configurazione verticale* o *rilievo*).

Le due configurazioni sono fra di loro strettamente collegate e la planimetrica è una conseguenza dell'altimetrica; ma per ragioni di studio conviene il prendere distintamente in considerazione le due parti e far precedere la planimetrica all'altimetrica, poichè la

(1) Secondo alcuni autori, *fisiografia*.

prima ci dà la nozione dello spazio nelle sue forme e dimensioni, nozione fondamentale per qualsiasi ricerca e che riveste carattere di particolare importanza negli studi geografico-militari, dove vale a fornire una prima idea delle attitudini generali del campo della lotta, indipendentemente da qualsiasi altro elemento, che venga a modificarne le condizioni.

La configurazione planimetrica appare distinta quando le forme del terreno sono circondate da masse d'acqua, quale il mare od i laghi, poichè in tali casi vi è una linea che segna nettamente i contorni. Tale linea è rappresentata dalle *coste*, il cui andamento e sviluppo costituisce parte integrante dello studio della configurazione planimetrica, mentre l'esame delle diverse loro forme trova posto più opportuno nello studio del mare. L'andamento e lo sviluppo costiero delle terre rivestono particolare interesse quando si riferiscono al mare, per l'azione che il grado di frastagliamento delle coste esercita tanto sulle condizioni fisico-geografiche delle regioni, influendo direttamente sul clima e per mezzo di esso sugli altri elementi, quanto sulle antropogeografiche e specialmente sulle comunicazioni. Dal punto di vista geografico-militare, lo studio dell'andamento e dello sviluppo costiero ha poi una grandissima importanza, costituendo le coste la frontiera marittima degli stati.

Mancando limiti ben definiti come le coste, la configurazione planimetrica viene determinata coll'assumere altre delimitazioni più o meno naturali, come quelle rappresentate dai corsi d'acqua, dalle linee di falda delle zone montane, ecc.; oppure limiti artificiali, come confini etnografici, storici, politici, amministrativi, ecc.; od anche linee ideali geometriche.

Determinata la configurazione planimetrica di una zona di terreno, occorre di frequente valutarne le dimensioni lineari e l'area. Queste misure servono specialmente nello studio delle zone montane a dare una prima idea dell'entità dell'ostacolo che esse presentano, idea che viene poi completata coll'esame delle dimensioni altimetriche e dello sviluppo stradale. Le valutazioni areometriche servono inoltre per poter apprezzare l'intensità d'un qualsiasi fatto geografico (popolazione, produzione, sviluppo chilometrico della rete stradale, ecc.), riferendolo all'unità di superficie (1).

---

(1) In queste misurazioni od in altre simili, dovendo far uso di antiche carte italiane o di carte di stati esteri, basate su sistemi di misura diversi dal metrico decimale, occorrerà procedere ad un lavoro di riduzione. I dati di ragguaglio per tale lavoro potranno trovarsi nell'opera di Martini, *Manuale di metrologia, ossia misure, pesi e monete in uso attualmente ed anticamente presso tutti i popoli,*

Per tali valutazioni si possono seguire diversi metodi (1):

1°) *metodi geometrici*, consistenti nello scomporre l'area in figure geometriche di superficie facilmente calcolabile;

2°) *metodo delle pesate*, consistente nel ritagliare la carta sulla quale è disegnata l'area della configurazione planimetrica, e nel pesare il ritaglio, conoscendo il peso corrispondente ad una data misura superficiale. È metodo opportuno per figure a perimetro molto accidentato, ma richiede carta perfettamente uniforme per densità e spessore, ed ottime bilance di precisione;

3°) *metodi meccanici*, consistenti nell'uso dei *planimetri*, ossia

---

Torino, 1883. Qui si riportano solamente le equivalenze metriche delle misure di lunghezza e d'altitudine, delle quali più frequentemente può ricorrere l'uso:

1°) *Misure di lunghezza:*

Miglio piemontese	metri	2649
» lombardo	»	1785
» veneto	»	1739
» genovese	»	1488
» piacentino e parmigiano	»	1481
» bolognese	»	1900
» toscano	»	1654
» romano	»	1489
» napoletano	»	1846
» siciliano	»	1486
» sardo	»	2518
» austriaco (Postmeile) di 2400 Piedi (Fuss)	»	7586
» prussiano (Meile) di 2000 Ruthen	»	7532
» inglese (Mile) di 8 Furlongs	»	1609
» russo (Versta) di 500 Sagegni	»	1067
» geografico o marino di 60 al grado (in linguaggio nautico, *nodo*)	»	1852

2°) *Misure di altitudine.* In molte carte, specialmente tedesche, inglesi e russe, le altezze sono date in piedi; le misure più usate sono:

Piede parigino	metri	0,325
» tedesco	»	0,314
» inglese e russo	»	0,305
Fathom (per le profondità marine, specialmente nelle carte inglesi)	»	1,829

(1) Per particolari relativi a queste misurazioni si ricorra a qualche manuale di topografia, per es.:

Tacchini, *Trattato teorico pratico di topografia moderna*, Milano, 1891 (v. Parte 6ª, *Operazioni da tavolo* — Capo III. *Misura delle aree*).

Boccardo, *Trattato elementare completo di geometria pratica*, Torino, in corso di pubblicazione (v. Parte 1ª, *Calcolazione delle aree;* Parte 2ª, *Planimetria*).

di quegli apparati meccanici, che servono a trovare la superficie di figure piane disegnate sulla carta; i più utili nella pratica sono il *planimetro ortogonale* ed il *planimetro polare* (Amsler) (1).

Negli studi geografico-militari conviene spesse volte imprimere bene nella mente, prima di cominciare l'esame degli elementi geografici, la configurazione planimetrica della regione che li comprende, le sue principali dimensioni e la posizione relativa dei suoi punti principali. Ciò si ottiene comparando la configurazione planimetrica della regione ad una figura geometrica, mediante la quale si stabilisce una specie di triangolazione o di rete d'orientamento, atta a mettere in evidenza le linee ed i punti principali della regione ed a valere come guida nello studio di essa. Tale figura, dovendo servire d'aiuto alla memoria, dovrà essere semplice quanto possibile, e dovrà il più che sia possibile seguire l'andamento delle linee naturali (direzione di rilievi montani, linee fluviali, andamento di coste, ecc.), o delle linee artificiali (confini etnografici, storici, politici, amministrativi, ecc.), nonchè comprendere i punti principali della regione.

C) Configurazione altimetrica.

1. Classificazione delle forme del terreno. — Nello studio della configurazione altimetrica delle forme del terreno considereremo qui solo la configurazione verticale delle parti subaeree della superficie terrestre, rimandando per quanto riflette lo studio della configurazione delle parti subacquee ai cenni che ne daremo nel capitolo sulle *Acque*, benchè le parti emerse e le sommerse del terreno costituiscano un complesso unico, diviso solo apparentemente da un diaframma di acque, che ricopre le seconde.

La configurazione altimetrica delle forme del terreno si presenta così varia e complessa da esigere una classificazione di tali forme, per poter procedere al loro studio sotto questo riguardo. I criteri di classificazione possono essere desunti dalla genesi delle forme, dalla loro morfologia o dalla loro ipsometria. In base ai primi criteri le forme possono distinguersi in *tettoniche*, se dovute alla dislocazione ed in *plastiche* (2), se modellate dagli agenti esterni; l'adozione dei

---

(1) Trunk, *Die Planimeter, deren Theorie, Praxis und Geschichte*, Halle, 1865.
E. Fischer, *Die mechanische Planimetrie, ihre Geschichtliche, theoretische und praktische Bedeutung*, Zürich 1868.

(2) Il Pasanisi (*Testo di geografia*, Roma, 1897, cnfr. pag. 139 e 140) giustamente avverte che *tettonica* e *plastica* non sono termini equipollenti; nè l'uno o

criteri morfologici conduce alla generale classificazione delle forme in *piane* e *montuose;* ipsometricamente possono le forme raggrupparsi in *alteterre* e *basseterre.*

Negli studi di geografia, dovendo caratterizzare le diverse forme, non conviene attenersi in modo esclusivo all'una od all'altra di queste classificazioni, ma si deve attingere a ciascuna di esse tutti quei dati che possono valere ad esprimere con efficacia la fisonomia esteriore del terreno. Per gli studi geografico-militari conviene inoltre che la scelta di tali dati si inspiri al principio fondamentale delle operazioni della guerra, quello cioè dell'azione in massa.

In base a questi concetti, si potrà pertanto distinguere le forme del terreno in quelle che più o meno agevolano ed in quelle che più o meno ostacolano l'azione della massa, e le forme potranno quindi raggrupparsi in due grandi classi generali, la prima rappresentata dal *terreno pianeggiante,* la seconda dal *terreno montuoso,* e ciò tenuto conto della speciale importanza che i caratteri morfologici hanno dal nostro punto di vista.

2. Terreno pianeggiante. — Il terreno pianeggiante è quello che presenta fra i suoi diversi punti piccole differenze di livello relative. Considerato nel suo complesso, tale terreno può però avere altezze assolute assai diverse, può cioè essere molto elevato o poco elevato sul livello del mare ed anche trovarsi sotto il livello stesso. Ai terreni della prima specie si dà il nome di *altipiani,* a quelli della seconda specie di *bassipiani* o più comunemente di *pianure,* i terreni della terza specie chiamansi *depressioni.*

Le prime due forme possono facilmente distinguersi dalla terza, in base al dato dell'altezza assoluta positiva o negativa. Questo dato dell'altezza assoluta è da alcuni geografi usato anche per distinguere gli altipiani dai bassipiani, e generalmente il limite altimetrico di differenziazione adottato è l'*isoipsa* (curva di livello) di 200 metri. Tale limite non è però applicabile a tutti i continenti, i quali hanno tipi orografici molto diversi; sarebbe perciò preferibile riferire detto limite all'altitudine media di ciascun continente e far concorrere nella differenziazione anche criteri morfologici, specialmente dedotti dall'esame del contorno, che negli altipiani è nella maggior parte dei casi a ripidi pendìi, nei bassipiani a superficie leggermente inclinata. Oltre a ciò si potrebbe nella distinzione tener conto della natura dei

---

l'altro deve usarsi, come non di rado si fa, per indicare l'insieme delle forme verticali del terreno, ossia il *rilievo.* In ossequio alla proprietà ed alla chiarezza del linguaggio, è conveniente applicare il primo termine alle forme strutturali o primitive del terreno, scolpite dalla dislocazione; il secondo alle forme trasformate o secondarie, dovute all'azione modellatrice degli agenti esterni.

terreni, delle condizioni di clima, di vegetazione ed antropogeografiche, che presentano talvolta nelle due forme sensibili differenze.

1°) *Altipiani.* — Ad ogni modo possiamo ritenere essere gli altipiani quelle terre elevate, che hanno fra le loro diverse parti differenze di livello poco sensibili, benchè essi possano essere circondati, tramezzati e cosparsi di linee o gruppi montani.

Gli altipiani possono, in base alle loro caratteristiche morfologiche principali, raggrupparsi intorno ai tipi seguenti:

a) *Acrocori* (dal greco, *acros* = alto e *coros* = luogo): altipiani con orli montagnosi, quali ad es., l'Altipiano aquilano.

b) *Rialti, pianori, ripiani, terrazzi:* altipiani addossati a rilievi montani, spesso foggiati a scaglioni; alcune volte invece degradanti a pendìo quasi continuo, raccordante il rilievo montano colla pianura.

La prima forma è tipicamente rappresentata dal pianoro del Colorado intercedente fra le Montagne Rocciose e quelle di Wahsatch, e tagliato dai profondi *cañons* in numerose *mesas* (montagne tabulari) (fig. 80); si riscontra anche in modo evidente lungo le coste della

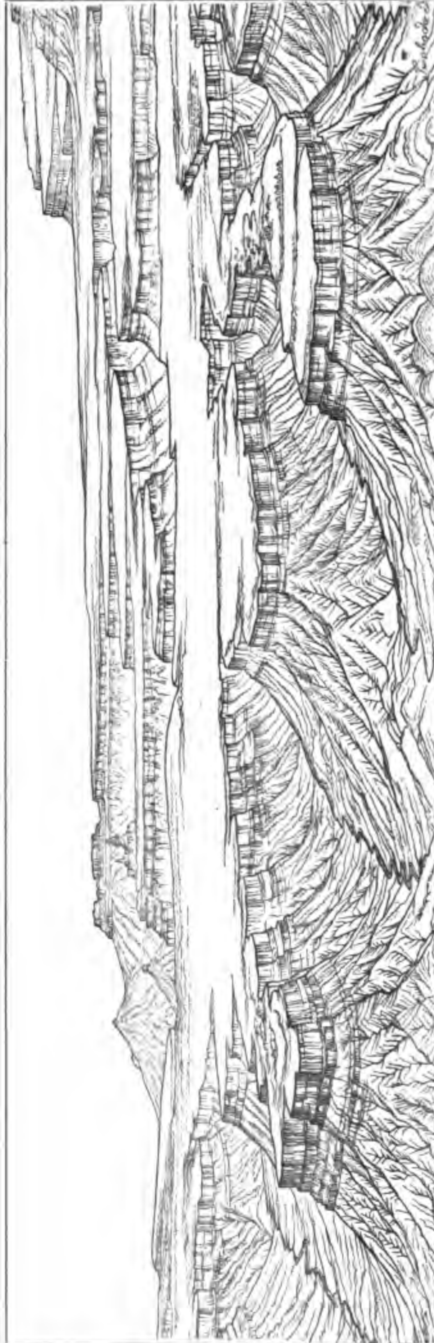


Fig. 80. — Margine occidentale-meridionale di Mesa Verde nel Colorado (Holmes).

Calabria, dove il sollevamento del suolo ha dato luogo alla formazione di pianori costieri (*piani*), ciascuno dei quali corrisponde ad una sosta nel movimento ascendente (1) (fig. 81) (2). Troviamo la seconda forma nei terreni diluviali che raccordano il versante interno della zona alpina colla piatta pianura del Po; tali sarebbero, ad esempio, i pianori delle Vaude e della Mandria (fig. 42) allo sbocco della Stura di Lanzo, di Castelletto sulla sinistra del Cervo, di Romagnano allo sbocco della Sesia, ecc.

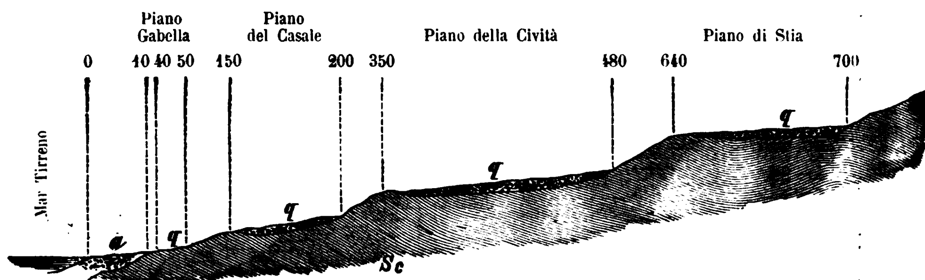


Fig. 81. — Piani sotto Nocera Tirinese (Cortese).
a) Spiaggie attuali; *q*) Terrazzi quaternarii; *Sc*) Scisti cristallini.
Scala di 1 : 50.000.

c) *Tavolati*, altipiani estesi con superficie accidentata, pure spesso con fianchi terrazzati. Tali sono: le Murgie, il Carso, gli altipiani della Provenza, l'altipiano (*plateau*) dell'Alvernia, ecc.

Queste diverse forme vengono generalmente ben caratterizzate dalla loro genesi e dalla natura dei terreni. Per lo più gli acrocori sono antichi bacini marittimi o lacustri emersi e ripianati dalle alluvioni; sono quindi generalmente costituiti di terreni detritici. I rialti o pianori o ripiani o terrazzi, se foggiati a scaglioni, sono conseguenza di dislocazioni o di erosioni e constano per lo più di rocce compatte ricoperte da sottili strati detritici; se presentanti superficie inclinate di raccordamento colla pianura, sono generalmente il prodotto di grandi deiezioni delle correnti sboccanti dalla montagna e costituiti perciò completamente di terreni detritici. I tavolati risultano gene-

(1) R. Ufficio geologico, *Memorie descrittive della carta geologica d'Italia*. Vol. IX, *Descrizione geologica della Calabria* dell'ing. Cortese. Roma 1895 (cnfr. pag. 181 e seg.).

(2) V. *Tavolette per la carta d'Italia al* 100 *mila* (50 *mila*), Foglio 254': I, Bagnara Calabria; II, San Lorenzo; III, Reggio di Calabria; IV, Messina. In queste tavolette sono evidentissimi i terrazzi del versante occidentale dell'Aspromonte, sui più bassi dei quali sorge il doppio ordine di batterie della costa calabrese nello stretto di Messina.

ralmente dallo spianamento di antichi rilievi montani, e sono quindi formati di rocce compatte.

2°) *Bassipiani.* — I bassipiani sono zone di terreno poco elevate sul livello del mare e presentanti piccole differenze di altitudine relativa, quantunque anch'essi possano essere circondati, tramezzati e cosparsi di linee e gruppi montani.

I bassipiani distinguonsi rispetto alle forme in:

a) Bassipiani piatti od uniti, quando presentano superficie quasi perfettamente livellata, e solo qua e là incisa dagli alvei delle correnti. Tali sarebbero, ad esempio, le basse pianure della Lombardia e del Veneto, la pianura della Campania e quella delle Puglie, che designasi col nome di *tavoliere.*

b) Bassipiani ondulati od accidentati, quando presentano superficie variamente ondulata o profondamente solcata dall'erosione delle acque correnti, cosicchè possono considerarsi come una forma di transizione fra il terreno pianeggiante ed il montuoso. Tipico esempio di questa configurazione ci è offerto, tra le colline dell'alto e del basso Monferrato, dalla conca dell'Astigiano, antico fondo di mare, che le correnti hanno trasformato in un labirinto di colline.

Rispetto alla loro posizione i bassipiani possono classificarsi in *continentali* e *littoranei*, a seconda che sorgono nell'interno delle terre o lungo le coste del mare, e la seconda specie è generalmente ben caratterizzata da tutte quelle formazioni, dovute all'azione di deposito delle correnti e del mare, che imprimono ai bassipiani costieri, od almeno alla loro parte marginale, una particolare fisonomia.

Queste classificazioni, basate su criteri morfologici e corologici, se valgono a dare un'idea della configurazione generale dei bassipiani, non bastano a ben caratterizzarne la loro varia fisonomia, nè in questo caso di grande aiuto potrà esserci il criterio genetico. Infatti sotto tale rispetto i bassipiani distinguonsi in *tettonici* e *di riempimento*, essendo gli uni zone di terre emerse, gli altri zone depresse ricolmate od in via di colmataggio per mezzo di depositi eolici, di alluvioni fluviali o di espansioni vulcaniche. Ma la diversa origine non è quasi mai in natura ben distinta, poichè le zone emerse vennero di poi quasi sempre ripianate da formazioni di trasporto o vulcaniche, e le zone ricolmate od in via di colmataggio sono molte volte fondi di mare emersi o in via di emersione. Così pure non è possibile caratterizzare la fisonomia dei bassipiani con distinzioni desunte dalla natura del terreno, poichè, se si eccettuano i bassipiani formati da espansioni vulcaniche, tutti gli altri sono ricoperti da profondi strati di formazioni di trasporto, ossia di terreni detritici, la cui natura è solo determinata da quella delle rocce delle montagne circostanti.

Per ben caratterizzare i bassipiani converrà adunque fare largo assegnamento anche sugli altri elementi geografici, e specialmente sulle acque, sulla vegetazione e sull'opera dell'uomo, che hanno nei bassipiani una singolare importanza. Col concorso dei criteri desunti dallo studio di questi elementi potremo quindi addivenire ad una classificazione dei bassipiani, che valga a ben esprimerne la varia fisonomia, e tale classificazione troverà posto nel capitolo sulle *regioni geografiche.*

3°) *Depressioni.* — Le depressioni sono zone pianeggianti giacenti ad un livello inferiore a quello del mare, ed in massima dovute a fenomeni di abbassamento del suolo. Tali zone sono talvolta separate dal mare da rilievi del terreno, tal'altra sono protette dalle invasioni del mare, mediante dighe od argini. Tra i non frequenti esempi di depressioni possono citarsi (1):

a) le pianure littoranee dei Paesi Bassi;

b) la depressione Uralo-caspica;

c) la regione degli *shotts* dell'Algeria;

d) la valle del Giordano, che segna il punto più basso delle terre emerse, essendo il livello delle acque del mar Morto a 394 metri sotto quello del Mediterraneo.

3. Terreno montuoso. — Il terreno montuoso è quello che presenta forti elevazioni assolute e forti differenze di livello fra i suoi diversi punti. In esso distinguiamo le parti relativamente elevate: *montagne*, e le parti relativamente depresse: *valli* e *valichi.*

1°) *Montagne.* — Le montagne sono masse di terreno presentanti altezze considerevoli rispetto alla base sulla quale sorgono. Osservandone la configurazione complessiva, si vede che le loro forme possono raggrupparsi intorno a tre tipi predominanti: *monte*, *catena*, *massiccio.*

Il monte è una massa sorgente isolata sul piano o fra due depressioni. Il primo caso è poco frequente e può dirsi quasi esclusivo delle formazioni vulcaniche; nel secondo caso il monte rappresenta una forma semplice ed individua di quella complessa e molteplice della montagna.

Assai più di frequente i rilievi si presentano in serie costituite di

---

(1) L'enumerazione ed i dati ipsometrici delle principali depressioni della superficie terrestre trovansi in:

CREDNER, *Die Reliktenseen.* Petermanns Mitteilungen, Ergänzungsheft, n. 86, 1887 (cnfr. I Teil, pag. 33: *Tabellarische Uebersicht über die Depressionen der Festlandräume*).

PENK, *Morphologie der Erdoberfläche.* Stuttgart 1884 (cnfr. Vol. II, pag. 237 e seguenti).

più elementi, che quando possono considerarsi come sorgenti sulla stessa base e sono caratterizzati da una direzione dominante, diconsi *catene*. Queste presentano generalmente la configurazione di fasci di pieghe e fratture, fra di loro parallele e corrispondenti alle linee tettoniche del terreno. Non è però raro il caso che trasversalmente alla direzione generale del rilievo si irradiino altri rilievi, ed allora la catena, anzichè una disposizione parallela, presenta una disposizione ramificata. Questi rilievi laterali possono, se brevi, dirsi *contrafforti*, denominazione opportuna per designare per traslato i rami sporgenti, quasi a sostegno della catena; se estesi, saranno preferibilmente chiamati *diramazioni*. I primi sono generalmente dovuti a sforzi orogenici manifestantisi trasversalmente alla direzione generale delle linee tettoniche principali; i secondi sono per lo più effetto dell'erosione delle acque, per cui le diverse pieghe di un rilievo vennero smembrate in tronconi, e questi furono fra di loro risaldati dai depositi dei materiali erosi. Da quest'ultimo fatto deriva la configurazione caratteristica delle regioni montane a pieghe parallele, attraverso le quali le correnti hanno scavato lunghe e tortuose valli trasversali. Tipico esempio di tale configurazione ci presenta il versante settentrionale dell'Appennino ligure colle sue lunghe diramazioni montane, costituite alternativamente di groppe e di selle, e le sue tortuose valli, presentanti una successione di conche e di strette.

Quando la montagna è formata in modo che le sue varie parti, anzichè essere collegate da un andamento unico, si possono coordinare intorno ad un centro, abbiamo il *massiccio*, *gruppo o nodo montano*, caratteristico delle formazioni emersorie, o dipendenti dallo incrociarsi di diverse direzioni di dislocazione, oppure conseguenza di profonde erosioni. Gli esempi di massicci sono comunissimi; nelle Alpi si possono indicare fra i principali quelli del Monte Bianco, del Monte Rosa, dell'Ortler, dell'Oetz, ecc.

Per quanto le diverse forme della montagna risultino fra di loro molto intrecciate, è generalmente possibile il coordinarle in *sistemi montani*, basandosi sul criterio della direzione e sulle analogie della configurazione; tali sistemi potranno dirsi a catene oppure a massicci, a seconda che in essi predomina l'una o l'altra forma. Alcune volte però avviene che l'aggruppamento dei rilievi sia così confuso, da rendere difficile la determinazione dei loro rapporti di posizione e di configurazione, ed allora anzichè affaticarsi intorno ad un coordinamento, che sarebbe contrario a natura, è preferibile prender come base unitaria il territorio comprendente i rilievi, che può designarsi colla denominazione di *paese montagnoso*.

Gli elementi da considerarsi in un sistema montano sono la *direzione*, e le *dimensioni planimetriche ed altimetriche*. Avendo già trat-

tato delle dimensioni planimetriche, e dovendo più innanzi accennare alle altimetriche, ci limiteremo qui a parlare della direzione del rilievo.

Il suo studio concretasi nella determinazione della *linea* o delle *linee direttrici del rilievo*, altrimenti dette *asse* o *assi del rilievo.* Tali linee corrispondono alle linee tettoniche del rilievo, ossia a quelle linee immaginarie, che rappresentano la direzione secondo la quale si manifestarono gli effetti delle forze orogeniche. L'andamento di queste linee sarà retto, come ad esempio nei Pirenei, quando lo sforzo orogenico non avrà subìto perturbazioni nella sua manifestazione. Sarà invece sinuoso, quando avrà incontrato la resistenza di preesistenti zone montane. Così, ad esempio, la posizione degli antichi massicci delle isole di Hyères, dell'altipiano d'Alvernia, dei Vosgi e Foresta nera e dell'altipiano di Boemia determinò l'andamento sinuoso delle linee direttrici del rilievo alpino, che risultarono fortemente incurvate nella zona occidentale, racchiusa fra i tre primi massicci ora detti, e si svilupparono con andamento rettilineo nella zona orientale fino contro il massiccio boemo, che segnò il limite dell'espansione dello sforzo orogenico verso nord e generò un punto d'inflessione nella curva alpino-carpatica (fig. 82).

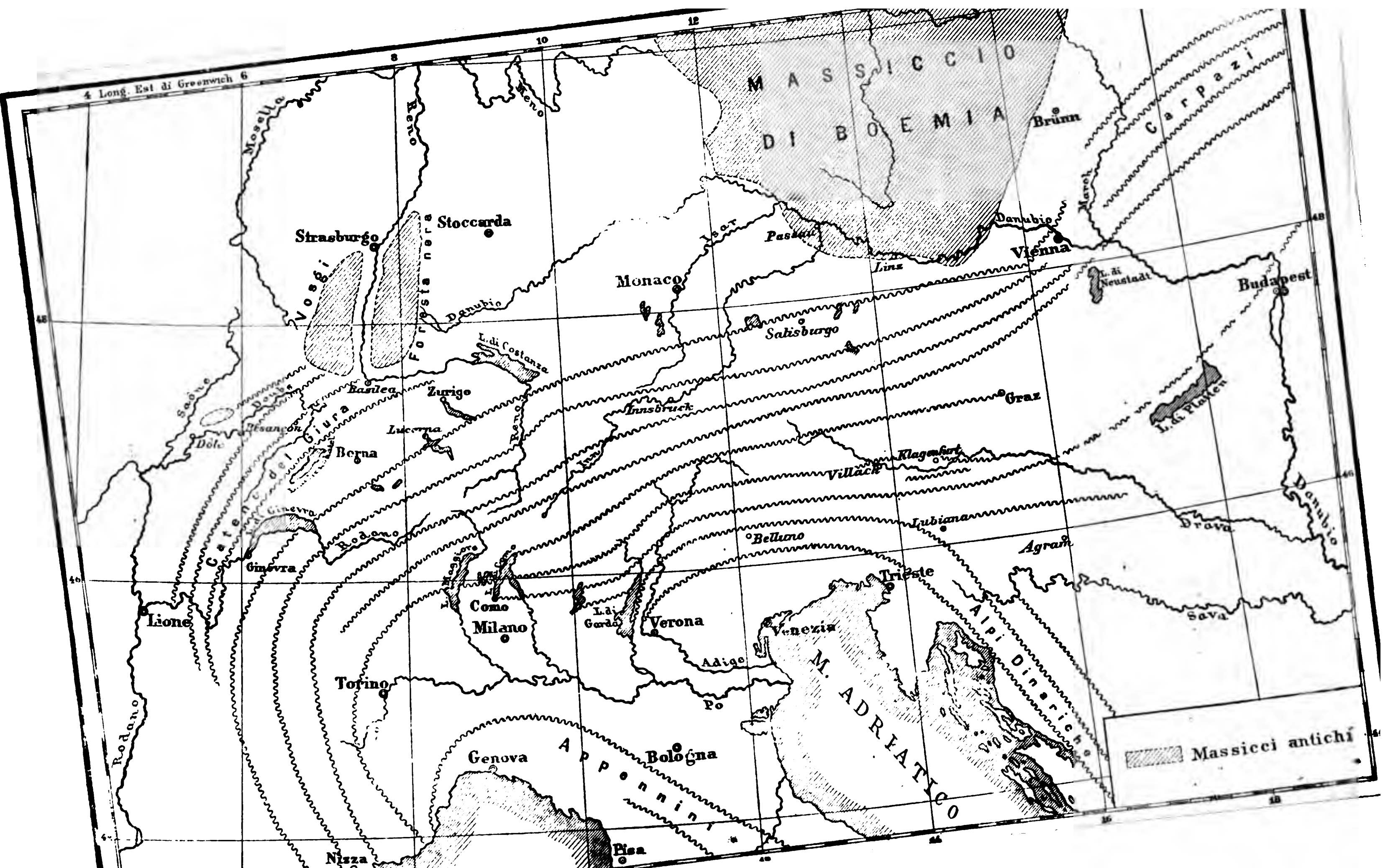
La determinazione della linee direttrici del rilievo ha grandissima importanza negli studi geografici, poichè la guida più sicura per la descrizione dei sistemi montani risiede appunto nel principio della direzione.

Un sistema montano, per quanto semplice, è quasi sempre costituito di un complesso di più catene e di più massicci; da ciò la necessità di procedere, per facilità di studio, alla sua classificazione in parti.

I criteri di differenziazione fra le varie parti possono essere diversi, a seconda del punto di vista dal quale si studia il sistema montuoso ed anche dipendentemente dalla natura del sistema stesso. Per una tale ripartizione a scopo geografico, i criteri direttivi trovansi così riassunti da G. Marinelli in una sua memoria presentata al 1° Congresso geografico italiano (1892) (1).

« 1°) Nella geografia in genere e nella geografia didattica in « ispecie, gli elementi di differenziazione dei varî gruppi o delle varie « regioni, in cui si può dividere un sistema o una regione montuosa,

(1) Società geografica italiana, *Atti del I Congresso geografico italiano, tenuto in Genova dal* 18 *al* 25 *settembre* 1892. Genova 1894, cnfr.: Vol. II, pag. 608 e seguenti: *Sui criteri da seguirsi per la ripartizione dei sistemi montuosi nella geografia in generale e nella geografia didattica in particolare.* Relazione del professore G. Marinelli.



4 Long. Est di Greenwich 6
8
10
12
Massiccio di Boemia
Brünn
Carpazi
Mosella
Reno
Stoccarda
Strasburgo
Vosgi
Foresta nera
Danubio
Monaco
Isar
Passau
Linz
Vienna
Morava
L. di Neustadt
Budapest
Salisburgo
L. di Costanza
Basilea
Zurigo
Innsbruck
Graz
L. di Platten
Saona
Doubs
Besançon
Dole
Giura
Lucerna
Berna
Klagenfurt
Villach
Catena del Giura
L. di Ginevra
Rodano
Inn
Lubiana
Drava
Belluno
Agram
Ginevra
Lione
Trieste
Alpi Dinariche
Como
Milano
L. di Garda
Verona
Venezia
Sava
Adige
M. Adriatico
Torino
Po
Appennini
Genova
Bologna
Massicci antichi
Nizza
Pisa

« debbono in prima linea essere attinti alla plastica orografica attuale
« e cioè essere dedotti: *a*) dalle inflessioni o dislocazioni dell'asse o
« degli assi e quindi dalle diversità di direzione e di orientazione delle
« varie parti del sistema; *b*) dalle loro diversità ipsometriche ed oro-
« metriche. In seconda linea possono ben intervenire a completare
« tali elementi, o a rappresentarli quando essi manchino, le diversità
« provenienti: *a*) dalla esistenza di altri accidenti geografici (laghi,
« paludi, cascate, corsi d'acqua, ecc.); *b*) dalla fisonomia esteriore dei
« luoghi; *c*) dalla costituzione geologica e geognostica; *d*) dal regime
« meteorologico; *e*) dal rivestimento di nevi e di ghiacci; *f*) dal rive-
« stimento vegetale o dall'assenza o dal predominio di alcune specie;
« *g*) da fatti antropogeografici (residenza di genti). Credo da esclu-
« dersi la spettanza politica e amministrativa, elemento per sè troppo
« contingente e precario.

« 2°) I limiti di tali gruppi e sezioni, d'ordinario nella geografia
« in genere, e con poche eccezioni nella didattica, debbono essere
« rappresentati dalle linee di depressione, come quelle che presentano
« la massima semplicità, chiarezza, precisione e stabilità desiderabili.
« Nella geografia teorica di regola e nella didattica in casi determi-
« nati, alle selle più depresse vanno preferite quelle aventi la maggior
« ampiezza orizzontale.

« Per guadagnare nella brevità e nella chiarezza di espressione
« sì espositiva come grafica, può essere utile nella geografia didattica
« e popolare di ricorrere ad altri espedienti, servendosi di una linea
« stradale o ferroviaria o di un confine politico per designare in via
« approssimativa quel limite che, a rigore, non può essere espresso
« che da una serie di selle e di linee di valle e quindi di filoni fluviali ».

Acquistata l'idea della configurazione generale dei rilievi montani, si può procedere allo studio dei particolari delle loro forme. Il rilievo montano, considerato nella sua forma più semplice, può paragonarsi ad un solido geometrico prismatico triangolare, adagiato su una delle sue basi, nel quale la lunghezza dello spigolo superiore sarà considerevole rispetto alla larghezza della base per la catena, poco diversa dalla larghezza della base pel massiccio, e molto esigua pel monte. In questa figura noi possiamo distinguere tre parti elementari: lo spigolo superiore (*linea di vetta*), la facce laterali (*fianchi*), gli spigoli della faccia di base (*linee di falda*).

La *linea di vetta* (*linea di fastigio; spina; crine, crinale; linea di cresta*, quando ristretta; *dorsale* quando larga) è la linea riunente i punti culminanti della montagna e risulta dall'intersezione delle superficie dei fianchi. Essa è costituita da una linea sinuosa tanto nel piano verticale, quanto nel piano orizzontale, e ciò perchè le superficie dei fianchi sono a curvatura e pendenze varie. La linea di vetta

risulta pertanto di una serie di parti elevate (*cime* o *vette*) e di parti depresse (*valichi*). Le prime presentano grandissima varietà di forme, specialmente dipendenti dal modo di comportarsi delle rocce all'azione delle forze interne ed esterne. Tali forme, che assumono denominazioni diverse, tolte in massima parte dal linguaggio locale, possono raggrupparsi intorno a quattro tipi principali:

a) *forme a punta: punta*, *picco* (in tedesco *Stock*), *pizzo* (in ted. *Spitz*), *dente*, *corno* (in ted. *Horn*), *ago* (in fr. *aiguille*), ecc.;

b) *forme tondeggianti: poggio*, *cupola*, *domo*, *ballon* (Vosgi), *Belchen* (Foresta nera), ecc.;

c) *forme tabulari: tavola*, *torre*, *mesa* (Spagna), *amba* (Etiopia);

d) *forme coniche*, quasi esclusive delle formazioni vulcaniche. Come si è visto, parlando della formazione della montagna vulcanica, il cono è generalmente troncato e non di rado emerge da uno o più circhi concentrici, residui degli antichi crateri.

I *fianchi* (*versanti* o *pendìi*) della montagna presentano configurazioni diverse, dipendentemente dalla loro genesi e dalla natura delle rocce. Il definitivo modellamento di essi è però dovuto all'azione delle acque ed il loro profilo sistemato tende generalmente ad una linea, che in alto è concava, in basso è convessa verso l'esterno (v. pag. 76); da tale disposizione risultano, come si è detto, gli *alti terrazzi di montagna*.

Più in basso però trovansi generalmente altri terrazzi, disposti lungo ambo i fianchi della valle, e ad altezze corrispondentisi. Queste formazioni sono il prodotto dell'azione di terrazzamento della corrente ed additano l'antico fondo della valle, che la corrente ha abbandonato per ridursi in alveo più ristretto e profondo. Essi possono designarsi col nome di *bassi terrazzi di montagna* e costituiscono una parte interessante nello studio del fianco della montagna, corrispondendo alla zona dove generalmente si addensa la vita vegetale ed animale del fondo della valle (fig. 83).

Fra i molti esempi che si hanno in ogni valle di questi alti e bassi terrazzi di montagna, si possono citare quelli evidentissimi che si stendono lungo il fianco sinistro della valle della Dora Baltea fra Morgex e Villeneuve (1).

L'angolo che la linea di massima pendenza del fianco della montagna fa col piano dicesi *inclinazione del fianco* o *ripidità del pendìo*. Rimandando ad ulteriore trattazione la misura di tale elemento, si nota qui come dallo studio di esso, applicato ad ambo i fianchi della

(1) V. *Tavolette per la carta d'Italia al* 100 *mila* (50 *mila*), Foglio 28, III, Morgex.

montagna, risulti evidente il costante verificarsi della legge di assimetria dei rilievi, di cui già si è tenuto parola (v. pag. 132).

La *linea di falda* della montagna è la linea d'intersezione del suo fianco col piano. Essa appare in natura solo quando il fianco della montagna termina in un bacino d'acqua, oppure è lambito da una corrente. Negli altri casi i terreni di trasporto scendenti dalla montagna verso il piano occultano la linea di falda, ed il raccordamento

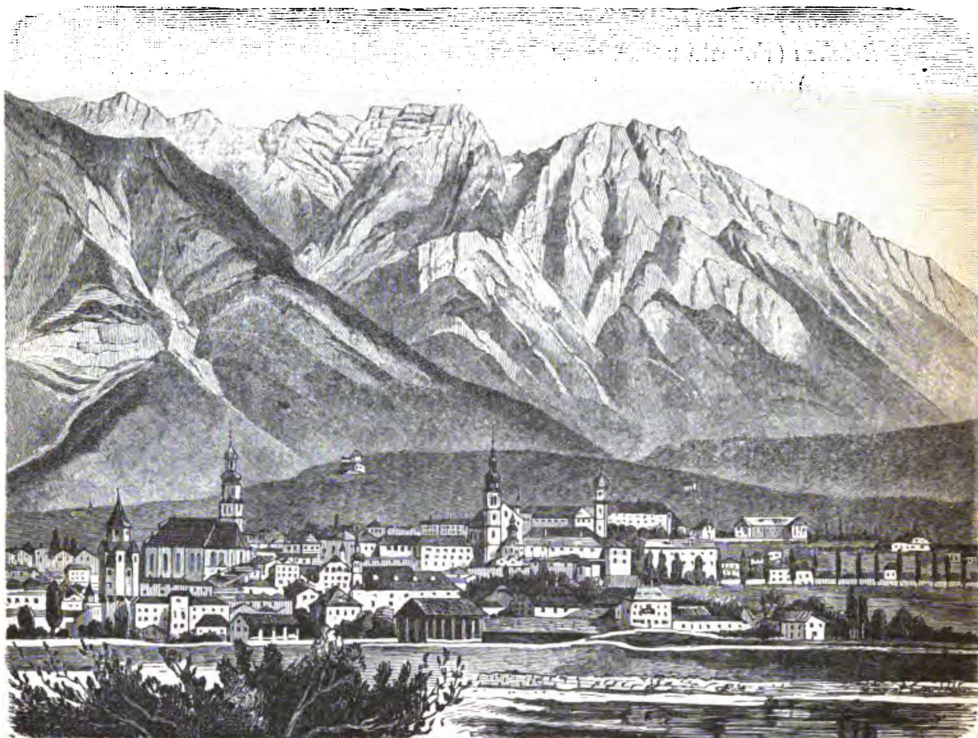


Fig. 83. — Bassi terrazzi di montagna presso Hall nel Tirolo (Neumayr).

della montagna col piano è rappresentato da una zona o fascia collinosa o di alta pianura, costituita da conoidi antiche e recenti, anfiteatri e depositi morenici, o pianori più o meno collinosi derivanti dallo smembramento delle predette formazioni.

Esaminata la configurazione generale della montagna e le sue forme singolari, si può addivenire a quelle classificazioni della montagna che possono servire a caratterizzarne i multiformi aspetti.

Una prima classificazione può trovarsi nell'applicazione di criteri ipsometrici. La razionale differenziazione delle montagne fatta esclu-

sivamente in base al dato dell'altezza assoluta, non sarebbe però possibile, per la diversità di tipo orografico che i continenti presentano, e non risponderebbe ad un concetto pratico, poichè l'uomo tende a giudicare la montagna non dalla sua altezza assoluta, ma da quella relativa al punto ch'egli occupa o dal confronto con altri rilievi che egli ha sott'occhio. Così, ad esempio, nell'Iutland e nella Germania settentrionale si dà il nome di monte a piccole elevazioni del terreno; a Torino chiamasi collina l'altura di Superga (672 metri), mentre a Roma, rilievi aventi quote di poco superiori ai 100 metri sono detti monti (Monte Mario, 139 metri).

Tuttavia in una classificazione della montagna il dato ipsometrico è importantissimo, poichè l'altitudine è uno dei fattori principali della fisonomia del terreno. Alle zone elevate corrispondono infatti generalmente forme aspre, nevi e ghiacci, acque rovinose, mancanza di vegetazione e di abitazioni; mentre invece le zone meno alte sono caratterizzate da forme miti, acque tranquille, ricchezza di vegetazione e di vita animale. Tutti questi fatti però dipendono anche dalle condizioni di clima, influenti direttamente sull'azione delle forze esterne, dai fenomeni di genesi e dalla natura delle rocce costituenti la montagna. Da ciò risulta quindi la necessità di localizzare la classificazione ipsometrica della montagna alle diverse regioni, tenendo conto almeno della latitudine, che è il fattore principale del clima, e di stabilire altre classificazioni basate su criteri genetici e litologici, in modo da poter ricavare da queste diverse classificazioni quanto è necessario per caratterizzare la diversa fisonomia che la montagna presenta.

La classificazione ipsometrica della montagna, riferita alle regioni dell'Europa meridionale, potrebbe esser fatta secondo le zone sottoindicate, ciascuna delle quali è caratterizzata da speciali condizioni geografiche, che vengono qui sommariamente indicate:

a) *Collina*, limite superiore 600 metri.

Fino a 300 m. si hanno le condizioni agricole della pianura. A 500 m. cessa l'ulivo. A 600 m. cessa la vite, che in località propizie può salire fino a 900 m.

La rete stradale è fitta.

La densità di popolazione è normale; abbondano i grossi centri abitati.

b) *Bassa montagna*, da 600 a 1500 metri.

A 1000 m. cessano gli alberi fruttiferi, scarseggiano i campi, predominano i buoni pascoli ed i boschi di querce e castagni. A 1500 m. cessano i cereali.

In questa zona diminuisce il numero delle rotabili, frequentemente sostituite da buone strade per quadrupedi.

La densità della popolazione è alquanto sotto la normale; scarseggiano i grossi centri abitati.

c) Media montagna, da 1500 a 2800 metri.

Fino a 1800 m., boschi di larici, abeti, pini, ecc.; verso i 2000 m. si dirada la vegetazione arborea, sottentra l'arbustacea ed i pascoli si fanno magri.

Il terreno è spesso roccioso; frequenti le frane e per metà dell'anno perdura il rivestimento di neve. La temperatura notturna, anche in estate, è bassa. Non sempre possibile, anche nella buona stagione, è la pernottazione allo scoperto.

Le rotabili trovansi solo nelle grandi valli; le strade per quadrupedi si fanno mediocri e si tramutano frequentemente in sentieri.

La popolazione è scarsa; sui dossi e sugli alti terrazzi esistono casolari sparsi, abitati generalmente solo nell'estate (*Alpi*), i centri di abitazione permanente trovansi solo in fondo alle valli e sui bassi terrazzi.

d) Alta montagna, oltre 2800 metri.

A 2800 m. si ha il limite medio delle nevi persistenti, e quindi ovunque neve, ghiaccio o nuda roccia. Impossibile è la pernottazione allo scoperto.

Mancano le rotabili (la più elevata rotabile è quella dello Stelvio a 2756 m.); poche e difficili sono le strade per quadrupedi; la viabilità è quasi esclusivamente rappresentata da sentieri, spesso pure difficili.

Mancano i fabbricati, tranne gli speciali ricoveri, i rifugi alpini, gli osservatorî, ecc.

I dati di questa classificazione devono naturalmente considerarsi come molto elastici, ma essi possono tuttavia valere a dare un'idea generica delle condizioni geografiche delle diverse zone ed un criterio sulla maggiore o minore possibilità di operazioni militari, dipendentemente dalle condizioni altimetriche.

Assai più espressive della classificazione ipsometrica sono le classificazioni basate su criteri genetici e litologici. A questo riguardo è però d'uopo avvertire che ancora oggidì non si posseggono elementi sufficienti per addivenire alla loro completa e definitiva sistemazione, e ciò perchè i geografi erano fino ad ora generalmente impreparati ad afferrare i nessi tra forme, genesi e natura del terreno, ed i geologi, portati dai loro studi ad altre indagini, raramente si curavano di essi. Ma più si estendono gli studi naturali e più evidente appare l'intima relazione fra geologia e geografia, per cui i moderni geologi sono condotti nelle loro ricerche ad indagare le relazioni tra la natura, la genesi dei terreni e le loro forme, e queste relazioni, affermate dai geologi, vanno sempre più entrando nel dominio delle convinzioni di coloro che si occupano di studi geografici.

Ad ogni modo, tenuto conto dei dati che oggidì si posseggono, si può fare una classificazione delle montagne in base a criteri desunti dalle loro genesi, distinguendole in *tettoniche* ed *epigenetiche*, ossia in quelle generate dal corrugamento o dalla dislocazione degli strati della crosta terrestre, ed in quelle prodottesi sulla superficie della terra per accumulo di materiali o per il lavoro di erosione effettuato dalle acque.

Le montagne tettoniche possono suddividersi in:

a) *Montagne di corrugamento o di piegamento* (in ted. *Faltengebirge* = montagne a pieghe), quelle nelle quali il motivo orogenico dominante è la piega, quantunque non manchino talvolta in esse fratture, salti, sprofondamenti, ecc., la cui frequenza dipende dalla natura dei terreni e dall'intensità dello sforzo orogenico (esempi: Alpi, Appennino, Giura, Alleghany, ecc.). I sistemi di tali montagne sono caratterizzati dalle lunghe dorsali e dalle lunghe valli longitudinali, che disegnano un complesso di pieghe, ciascuna delle quali ha un fianco più ripido dell'altro. Generalmente il primo corrisponde alla parte dove si applicò lo sforzo orogenico, nella qual parte, detta lato interno del sistema, si hanno le maggiori elevazioni, più frequenti le fratture, i salti, gli sprofondamenti e quindi le emersioni di materiali vulcanici, manifestantesi attraverso le linee di frattura (esempio: Appennino nel versante tirrenico). Nel lato opposto od esterno, le pieghe vanno invece regolarmente e gradatamente abbassandosi, sfumando in altipiani (es.: Giura nel versante nord-occidentale), o nella pianura (es.: Appennino nel versante padano). Fra i due versanti esistono quindi generalmente notevoli differenze di altitudine, maggiore nell'interno; di profondità, maggiore nell'esterno; ed un notevole contrasto nelle forme che per lo più miti nell'esterno, sono spesso così aspre nell'interno, da mutare i caratteri della montagna di corrugamento in quelli della montagna di frattura.

Alle montagne di corrugamento possono ascriversi le *montagne di flessione* (1), costituite di una sola piega. Tale forma, poco frequente, riscontrasi nelle Montagne Rocciose in America e nella regione del Weald nell'Inghilterra meridionale. In quest'ultima località, per la distruzione della parte superiore della piega, effettuata dagli agenti esterni, furono messi allo scoperto i terreni sottostanti, ed il rilievo venne trasformato in due linee di basse colline (Nord Downs e South Downs), racchiudenti una zona pianeggiante (pianura del Weald) (fig. 84).

---

(1) L'HOPKINS designa il corrugamento costituito di una sola piega col termine *flexure* (cnfr. *On the geological Structur of the Wealden District.* Transactions of the Geolog. Society, VII, London 1845).

b) *Montagne di frattura* (in ted. *Bruchgebirge* = montagne di rottura o *Schollengebirge* = montagne a zolle), quelle montagne nelle quali i motivi orogenici dominanti sono i salti, le fratture, gli sprofondamenti e gli *Horst*. Tali montagne presentano configurazioni diverse a seconda che gli sprofondamenti avvennero da un sol lato, da due lati o da tutte le parti. Nel primo caso si avranno rilievi ordinati a catena con un fianco ripido, per lo più a scaglioni, e l'altro dolcemente inclinato; nel secondo caso i rilievi potranno pure avere disposizione a catena, con ambedue i fianchi ripidi; nel terzo caso predominerà la configurazione a massiccio.

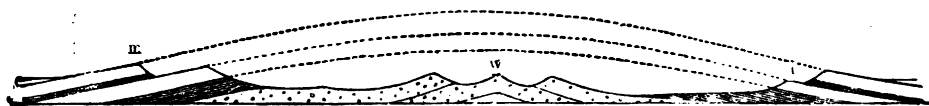


Fig. 84. — Sezione schematica del Weald nell'Inghilterra meridionale (Ramsay). *m*, cretaceo marino; *w*, wealdiano.

Le *montagne epigenetiche* possono distinguersi in:

a) *Montagne di accumulazione*, quelle dovute alle eruzioni vulcaniche, ai depositi eolici (*dune*), ai depositi glaciali (*morene*), ecc., aventi forme varie, dipendenti dal diverso modo di genesi, e delle quali già si è altrove parlato.

b) *Montagne di erosione*, quelle prodotte dall'erosione delle acque. Tale azione, favorita dalla natura delle rocce, può dar luogo alla trasformazione di zone ad altipiano in zone di basse montagne o di colline, per lo più con disposizione irregolare e confusa, fianchi più o meno ripidi, a seconda della natura delle rocce, e generalmente simmetrici. Esempi caratteristici si hanno nel Giura franco-svevo, nella regione collinosa di Campobasso ed in quella dell'Astigiano, cui si è già accennato (1).

La classificazione delle montagne basata su criteri genetici riesce talvolta difficile e poco chiara, e non può essere che molto generica, stante la complessività dei fenomeni di genesi. Più facile, più semplice e più evidente si presenta invece la classificazione morfologica delle montagne fondata sul criterio della natura delle rocce costituenti, nel quale criterio entra anche quello della genesi e per la corrispondenza esistente fra alcune rocce ed i fenomeni di genesi, e sopratutto per il diverso modo di comportarsi delle rocce all'azione delle forze interne, generatrici delle forme, e delle forze esterne modificatrici di esse. Oltre a ciò tale classificazione meglio risponde allo scopo ultimo

(1) Il GASTALDI designa queste formazioni col termine di *colline negative*.

della geografia, quello cioè di dare non la sola morfologia, bensì la fisonomia complessiva di una regione, e ciò perchè la natura delle rocce non solo si riflette nelle forme, ma anche in molti altri caratteri geografici, come si verrà man mano dimostrando nel successivo esame degli altri elementi geografici.

Coll'appoggio di alcuni pregevoli studi (1) su tali argomenti, e tenuto conto di quanto in più luoghi si è detto intorno al diverso modo di comportarsi delle rocce alla dislocazione ed alla degradazione, si propone la seguente classificazione morfologica delle montagne, basata sulla loro costituzione litologica:

a) *Montagne di rocce granitiche e granitoidi* (sienite, diorite, gneiss antico, alcune varietà di serpentina, ecc.) — Presentano due tipi diversi, dipendentemente dalle influenze climatologiche. Il primo è caratterizzato dalle forme frastagliate a denti, picchi, aguglie, ecc., generalmente con spigoli arrotondati; il secondo dalle masse tondeggianti.

Il frastagliamento è, come si disse, dovuto allo sfacelo della massa per opera del gelo; il tondeggiamento è conseguenza dello sgretolarsi delle pareti esterne, specialmente in corrispondenza degli spigoli, per argillificazione dei feldspati.

Alle nostre latitudini le prime forme sono proprie dell'alta montagna (figg. 85, 86); le seconde si presentano quasi inalterate nei bassi rilievi (fig. 87). Nelle regioni di clima caldo trovansi monti granitici abbastanza elevati, perfettamente arrotondati (fig. 88).

b) *Montagne di rocce scistose* (gneiss scistosi; mica — talco — calcescisti, ecc.). — Queste montagne presentano generalmente masse compatte con dorsali spianate e fianchi scoscesi, interrotti da ripiani. Ciò dipende, come si disse, dalla resistenza relativamente grande che queste rocce hanno nella degradazione superficiale per sgranatura, in causa della regolare disposizione dei loro elementi; mentre l'acqua agisce su di esse meccanicamente con grande intensità fra i piani di scistosità, e tende a sfasciare la massa rocciosa od a smantellarne le linee di cresta e le sporgenze dei fianchi.

Tipico esempio di queste forme ci è rappresentato dalla montagna dell'Assietta (fig. 89), colla sua linea di cresta pianeggiante dal Gran Serin al Monte Fraitève ed i suoi fianchi ripidi tanto verso la valle della Dora, quanto verso quella del Chisone, ma tramezzati dai facili ripiani di Madonna della Losa, Alpe d'Arguel, Monfol,

---

(1) TARAMELLI, *Dell'aspetto delle montagne come carattere geologico.* Bollettino del Club Alpino Italiano, 1878.

RIVA-PALAZZI, *La geologia e gli studi militari*, già cit.

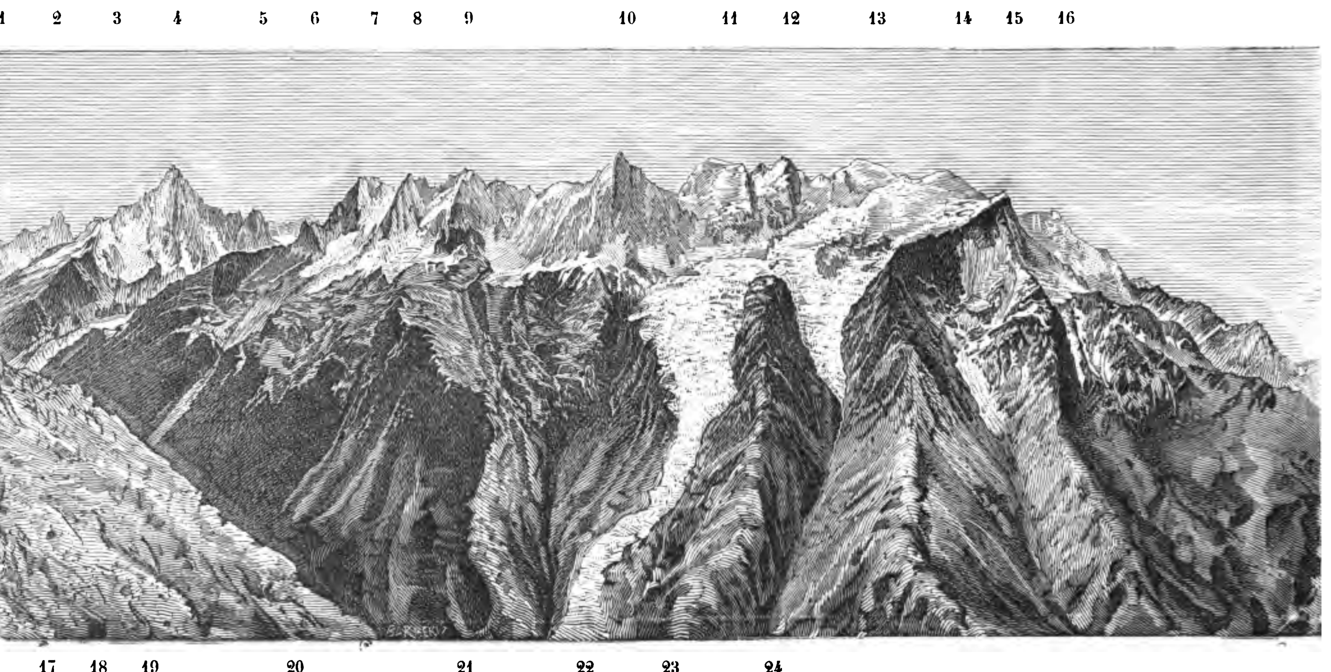


Fig. 85. — Monte Bianco visto dal versante nord (da fotografia).

1, Punta du Tour; 2, Punta di Chardonnet; 3, Punta dell'Argentière; 4, Punte Verte et du Dru; 5, Punta du Moine; 6, Punta di Talèfre; 7, Punta di Charmoz; 8, Punta di Blaitière; 9, Punta du Plan; 10, Punta du Midi; 11, Monte Bianco del Tacul; 12, Monte Maudit; 13, Monte Bianco; 14, Cupola del Gouté; 15, Punta del Gouté; 16, Punta di Bionnassay; 17, Chapeau; 18, Mer de Glace; 19, Montenvers; 20, Ghiacciaio di Trélaporte; 21, Ghiacciaio di Blaitière; 22, Ghiacciaio dei Bossons; 23, Les Grands Mulets; 24, Ghiacciaio del Taconnaz.



Fig. 86. — Monte Cervino (Neumayr).



Fig. 87. — Monti dell'isola della Maddalena (da fotografia del Tenente Larcher).

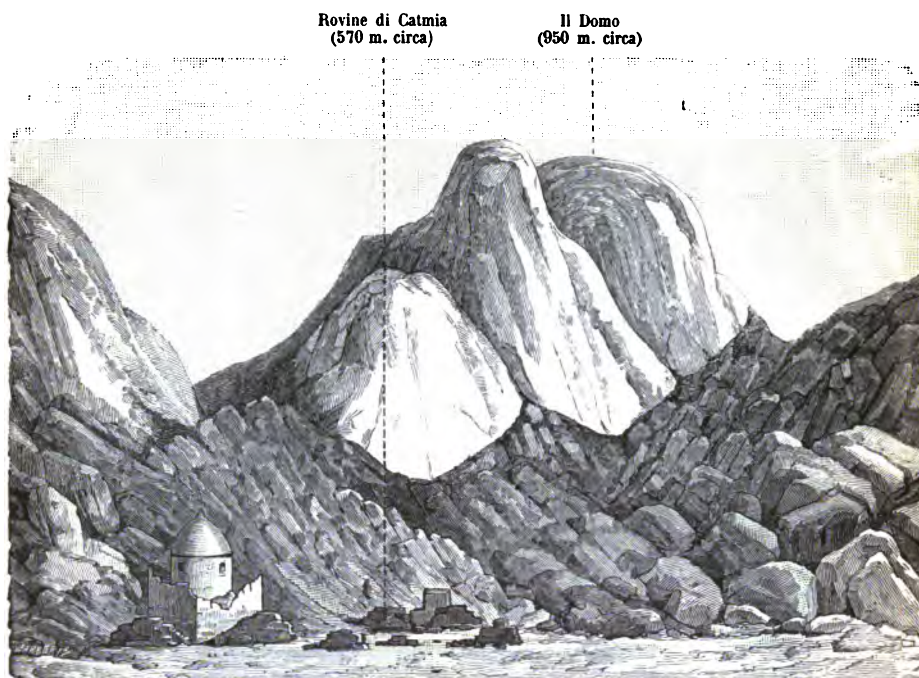


Fig. 88. — Monti a S.-E. di Cassala (da uno schizzo del Tenente di San Marzano) (1).



Fig. 89. — La Testa dell'Assietta dal Gran Serin (da fotografia del Tenente Gastaldi).

(1) V. *Carta dimostrativa della Colonia eritrea e delle regioni adiacenti* (250 *mila*). Foglio Cassala. Istituto geogr. militare, 1896.

Sauze d'Oulx, ecc. da una parte, e di Prato Catinat. Pian dell'Alpe, Foussimagne, Grand Puy, ecc. dall'altra (1).

c) Montagne di rocce calcari. — Queste presentano forme assai diverse a seconda della natura più o meno tenera, più o meno compatta, più o meno cristallina della roccia.

I calcari teneri, quali ad esempio i marnosi e gli argillosi, assumono per effetto della loro plasticità, sotto l'azione di non troppo intense forze di corrugamento, il caratteristico profilo ad onda, e presentano perciò forme miti, a linee di dosso tondeggianti e fianchi ricolmi. Tale è la configurazione di molte montagne dell'Appennino centrale (fig. 90).

I calcari compatti, dipendentemente dal fratturamento prodotto dalla dislocazione nel sollevamento della massa, dall'azione solvente delle acque che spiana le facce ed acuisce gli spigoli, dalla compattezza della roccia che le permette di reggersi sotto forti inclinazioni, presentano forme tozze ad altipiano. Quando nel sollevamento delle masse le fratture si saranno effettuate da ogni parte, avremo la forma tabulare contornata da balze da ogni lato (fig. 91). Quando invece la dislocazione avrà rotto la massa da una sola parte, essa presenterà da un lato un pendìo più o meno inclinato, corrispondente alla continuità degli strati, dall'altro lato una balza scoscesa, rappresentata dalle testate degli strati fratturati (fig. 92). Queste balze, talora multiple, e disposte a scaglioni, sorgono su piani leggermente inclinati, formatisi coi detriti provenienti dalla disgregazione della roccia, e tali piani raccordano l'uno all'altro i successivi scaglioni, ed il più basso di essi al fondo della valle.

I calcari cristallini presentano forme analoghe alle precedenti, ma con linee di vetta frastagliate (2), e ciò in causa delle più frequenti spaccature, dipendenti dalla natura cristallina della roccia, e del più intenso lavoro meccanico che l'acqua effettua anche attraverso i frequenti piani di clivaggio, da cui è affetta questa roccia; lavoro che il gelo moltiplica nelle regioni elevate.

Esempi imponenti di queste forme ci offrono le Alpi, tanto occidentali che orientali, nella estesa zona dei calcari cristallini (trias alpino) (figg. 93 e 94); e non meno grandiosi sono quelli che presentano, a chi percorra la ferrovia Spezia-Pisa, le Alpi Apuane nella parte settentrionale, colle loro forme frastagliate, richiamanti le montagne alpine ora dette ed offrenti un singolare contrasto colle

---

(1) V. *Carta topografica del Regno d'Italia* (100 *mila*). Fogli 54 Oulx, 55 Susa, 66 Cesana.

(2) Da ciò le denominazioni di Seguret in Val di Dora Riparia, di Resegone nelle Alpi Orobie, ed in Spagna quella di Sierra che equivale a sega.

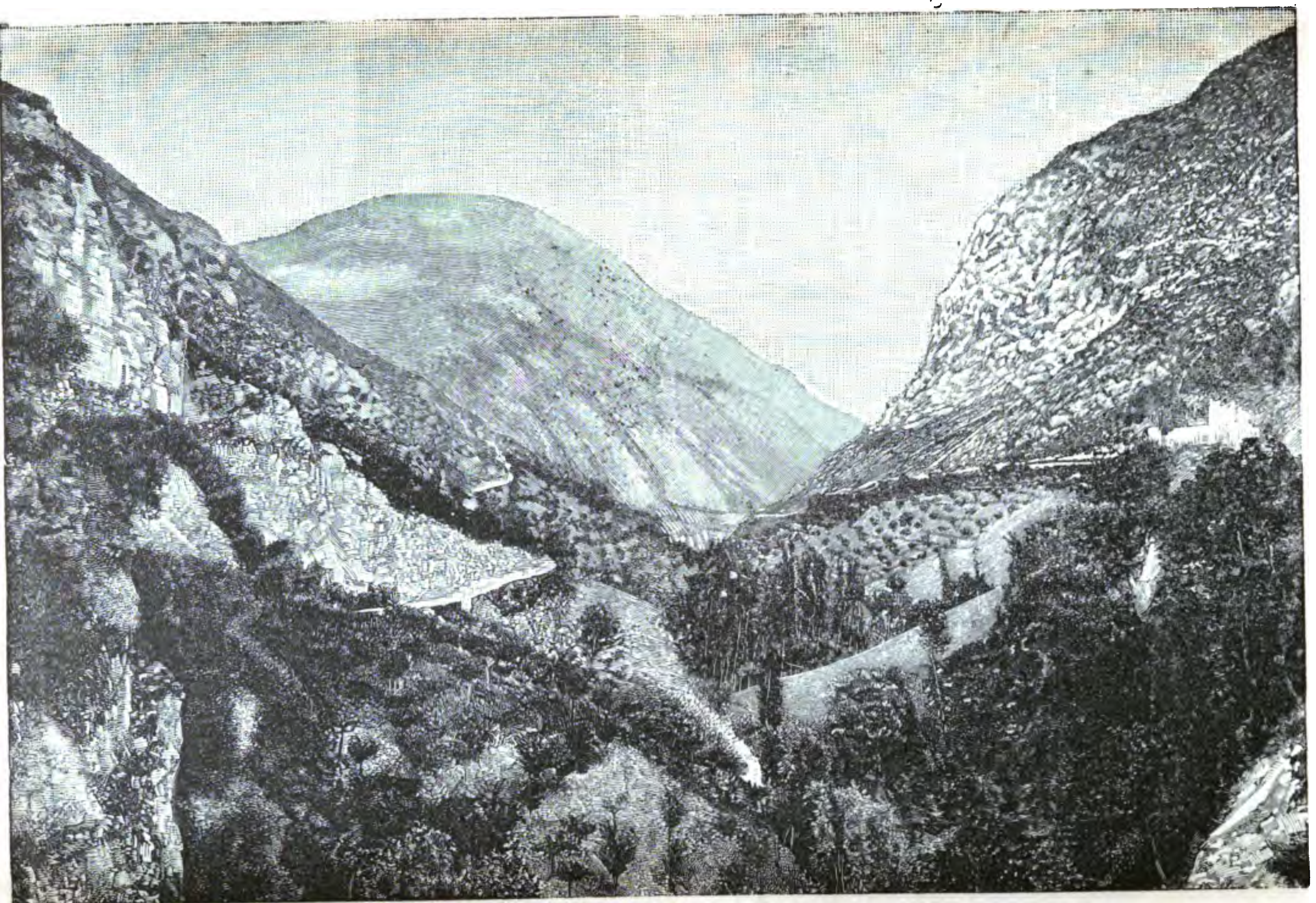


Fig. 90. — Monti Sibillini (Strafforello).

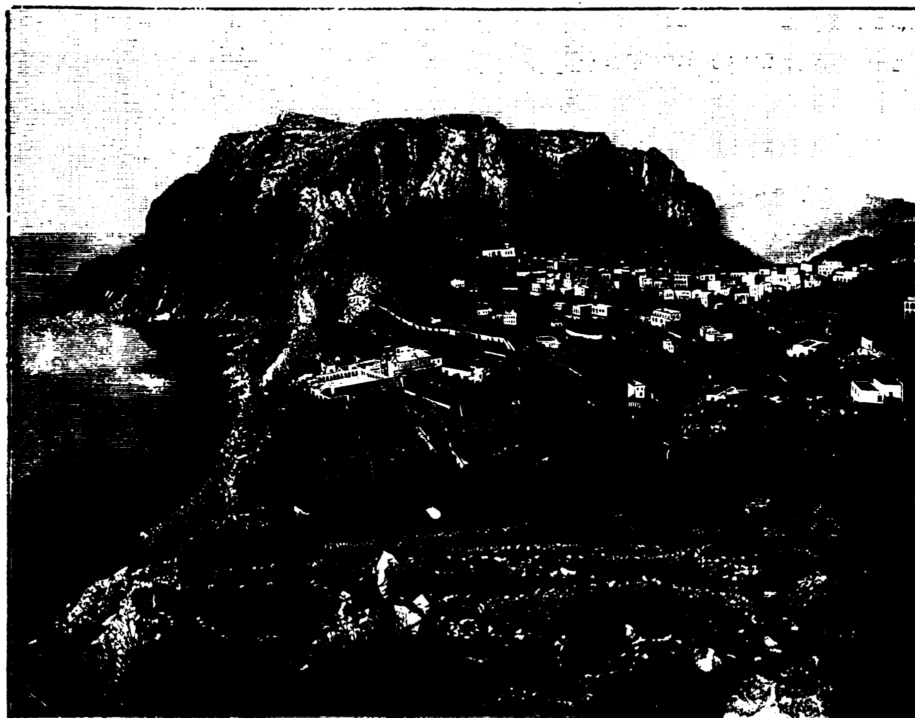


Fig. 91. — Isola di Capri (Fischer).



Fig. 92. — Monti di Seravezza. Parte meridionale delle Alpi Apuane (Strafforello).



Fig. 93. — Crête des Sarrasins a Sud di Modane (Strafforello).

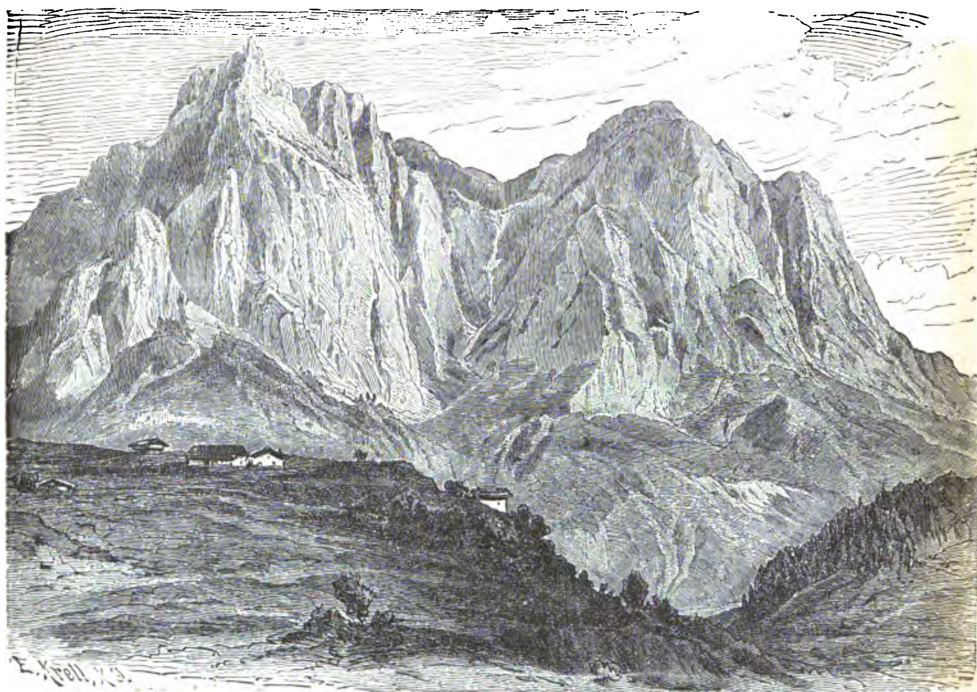


Fig. 94. — Monti di Schlern presso Bolzano (Neumayr).

flessuose colline di arenarie, che si stendono al loro piede verso la pianura lunense.

L'esagerazione di queste forme trovasi nelle montagne di rocce dolomitiche, dalle linee di cresta fantasticamente addentellate; dalle forme arditissime, a tavola, a *pala*, sorgenti su valli profonde e tra valichi frequenti ed angusti, a *forcella;* dalle bianche pareti scintillanti ai raggi del sole; dagli ammassi di sfasciume detritico (nel Cadore, *crode*), disposti a piani leggermente inclinati dal piede delle balze al fondo delle valli (figg. 95 e 96).

L'alternarsi in una stessa massa montana di strati di differente compattezza; la diversa inclinazione degli strati affioranti colle loro testate talvolta lungo le linee di cresta, tal'altra lungo i fianchi della montagna; la differente intensità dello sforzo orogenico; e le varie condizioni climatologiche, sono tutti fatti che danno luogo a notevoli alterazioni delle indicate forme tipiche, senza però cancellarne le caratteristiche.

d) Montagne di rocce cementate (conglomerati, puddinghe, arenarie, ecc.). — Anche in queste la forma varia a seconda della diversa compattezza della roccia, ma anche col variare della natura della sostanza cementante e della grossezza degli elementi costituenti.

Quando la roccia è formata di elementi grossolani (conglomerati, puddinghe, arenarie grossolane) e presenta frequenti screpolature, l'azione dell'erosione, manifestandosi intensamente non solo sulla superficie, ma anche fra i crepacci, dà luogo a forme frastagliate, accostantisi a quelle delle masse di rocce granitiche e granitoidi, salvo che per la struttura più granulare della roccia, le superficie risulteranno molto più sgretolate e si avranno forme strane a torri, piramidi, colonne, ecc., delle quali si hanno tipici esempi in Sassonia (fig. 97), in Boemia (fig. 98) (1); ed anche in Italia nella valle del medio Arno, specialmente presso Laterina.

Quando la roccia è compatta ed a grana fina, l'erosione limitandosi alla superficie ed agendo con uniformità, ci darà forme rassomiglianti a quelle delle basse montagne granitiche, e cioè dorsali a cocuzzoli tondeggianti, fianchi degradanti con dolci pendìi, interrotti però da burroni in quei punti, dove l'erosione ha trovato speciali condizioni per svilupparsi con maggiore intensità (fig. 99).

Queste forme vanno sempre più mitigandosi col diminuire della compattezza della roccia, e raggiungono il limite massimo di dolcezza

(1) Le arenarie delle indicate località sono chiamate dai geologi tedeschi *Quadersandstein* = arenarie quadrate, e ciò per la tendenza della roccia a spaccarsi in forme di parallelepipedi.

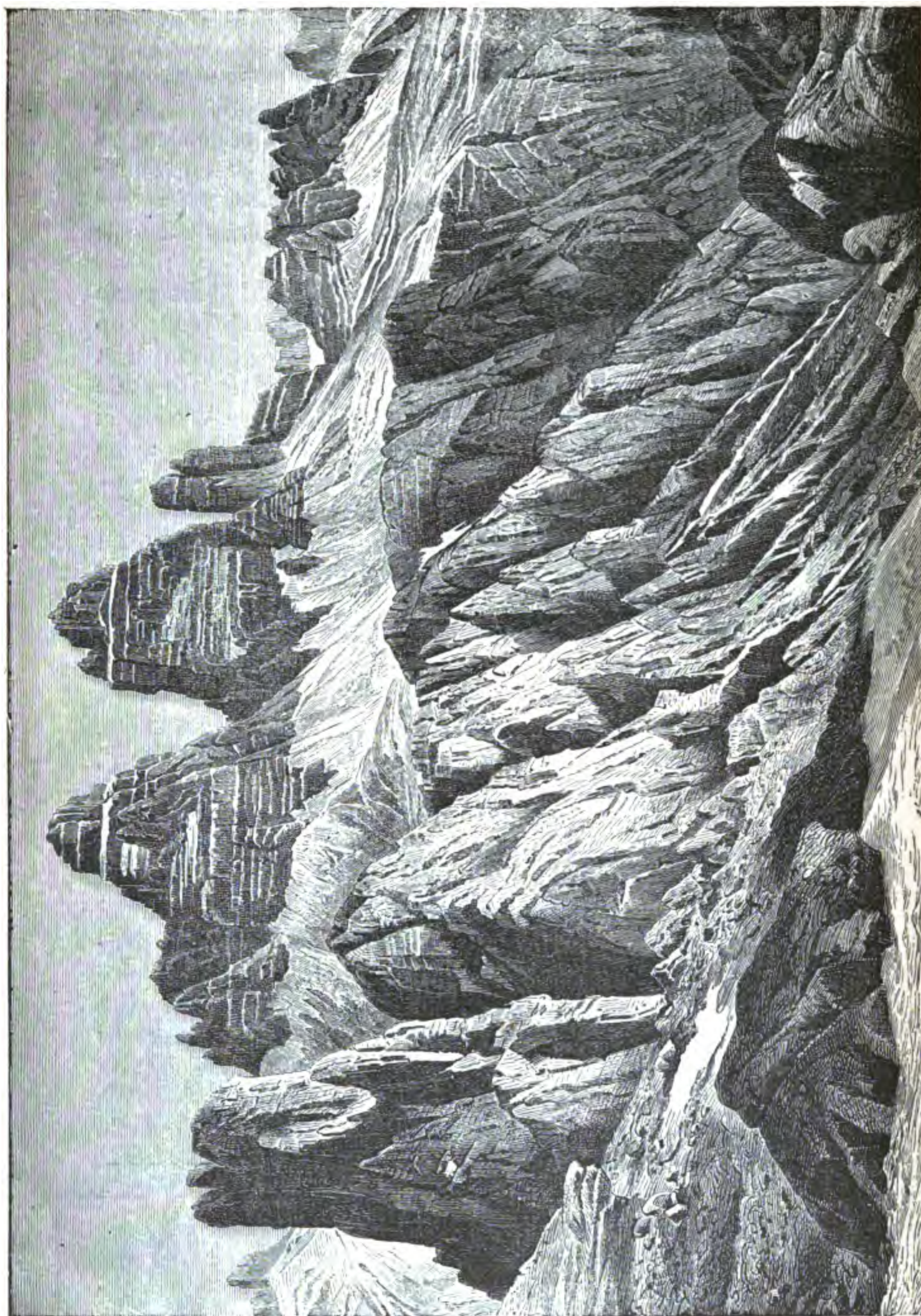


Fig. 95. — I tre picchi presso Schluderbach, nelle Alpi dolomitiche del Tirolo (Neumayr).



Fig. 96. — Il Monte Cristallo presso Cortina d'Ampezzo, nelle Alpi dolomitiche del Tirolo (Neumayr).



Fig. 97. — Bastei nella Svizzera Sassone (Neumayr).



Fig. 98. — Rocce di Adersbach in Boemia (Neumayr).

colle sabbie sciolte, formanti alcuni rilievi speciali quali, ad esempio, le dune, gli accumuli di materiali vulcanici detritici, ecc.

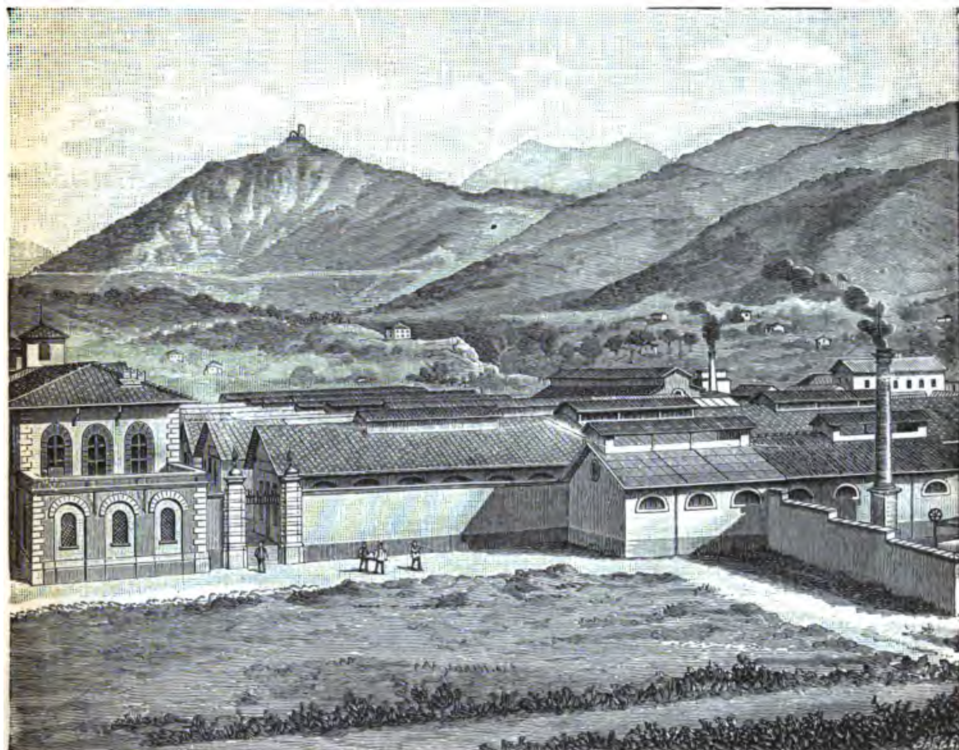


Fig. 99. — Alture ad Est di Terni, viste dalla fabbrica d'armi (da fotografia di Angelici).

e) Montagne di rocce argillose e marnose. — Tali rocce potendosi considerare pure come il prodotto della cementazione di elementi minutissimi, avranno forme analoghe a quelle delle arenarie compatte ed a grana fina; però i loro rilievi presenteranno linee più sentite, per la limitata penetrazione delle acque e per il fatto che queste rocce impastandosi, oppongono maggiore resistenza al dilavamento. Avremo quindi dorsali appiattite e fianchi lavinanti, generalmente dolci, ma in alcuni punti ripidi ed incisi da piccoli burroni (fig. 100). Queste forme sono tipicamente rappresentate nelle montagne della regione subappenninica, con una serie di gradazioni, che va dai profili piuttosto accentuati delle argille e marne eoceniche e mioceniche, a quelli poco accentuati delle argille e marne plioceniche (sabbie gialle e marne azzurre).

f) Montagne vulcaniche. — Queste presentano quasi sempre la forma del monte isolato a cupola, a domo, a cono o tronco di cono.



Fig. 100. — Collina di Torino a N.-E. di Superga (da fotografia del Tenente Gastaldi).

Le forme a cupola ed a domo sono proprie dei rilievi di vulcani estinti, da tempo soggetti alla degradazione degli agenti esterni (fig. 101). Quelli di essi che sono costituiti di masse basaltiche e trachitiche, presentano inoltre di frequente pareti ripide, frazionate in prismi e colonne, per il noto fenomeno della basaltizzazione (fig. 102).

Le forme a cono o tronco di cono, più o meno alterate dai fatti accompagnanti le eruzioni, s'incontrano invece nelle montagne vulcaniche recenti (figg. 10, 11, 12, 13, 14).

Tutte queste forme, fra di loro variamente combinate, unitamente ad altri fatti geografici, in massima dipendenti dalla natura del terreno, imprimono alla montagna vulcanica una fisonomia così speciale e caratteristica, che vale a farla distinguere da tutte le altre, a prima vista, senza che occorra procedere ad indagini, intese ad accertare la natura dei terreni ed i fenomeni di cui essa fu, od è tuttora teatro (fig. 103).

2°) *Valli.* — La valle è, nel concetto morfologico, un incavo del rilievo terrestre; ma nel concetto geografico, a questa idea puramente morfologica, si connette quella di una zona di minima elevazione relativa, che si addentra nella montagna, portandovi un prolungamento della vita della pianura; e nello stesso tempo di una zona dove le difficoltà di comunicazioni colle zone contermini, determinano particolari caratteri antropogeografici, che coi fisici concorrono a fare della valle una speciale individualità geografica (1).

Le valli vengono talvolta nei manuali di geografia classificate in *primarie, secondarie, terziarie*, ecc., oppure di *primo, secondo, terzo ordine*, ecc. Tali distinzioni sono generalmente riferite ai sistemi montani fra i quali le valli si aprono, e diconsi primarie quelle comprese fra due diversi sistemi montani, secondarie, terziarie, ecc. quelle corrispondenti alle diverse membrature dei sistemi. Ma altre volte tali distinzioni si fanno

(1) In alcune regioni dell'Italia si designano col nome di *valli* le lagune (es.: Valli di Comacchio); in altre parti le zone palustri, mancanti di scoli naturali (es.: Valli grandi veronesi ed ostigliesi).



Fig. 101. — Vulcani estinti dell'Alvernia, veduti dal Puy de Chopine (Neumayr).

in relazione all'importanza che la valle ha nella regione esaminata. Così nello studio dell'Italia continentale, si considererà come primaria la valle del Po, secondaria quella della Dora Riparia, terziaria quella della Cenischia; mentre in uno studio limitato al bacino della

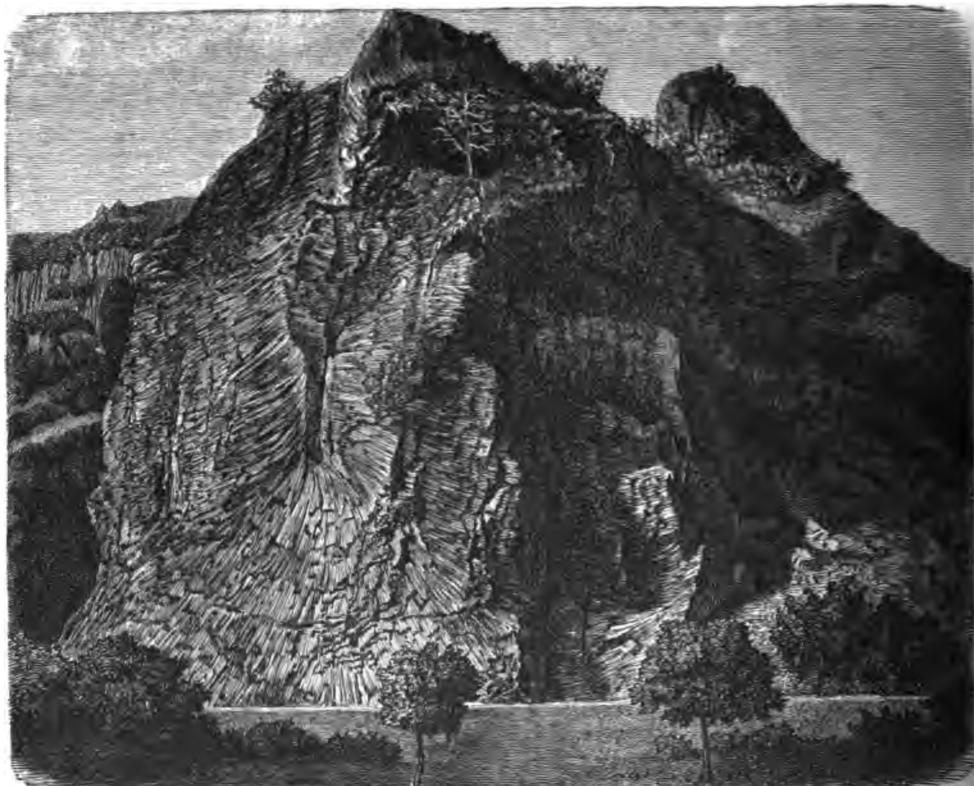


Fig. 102. — Colonne basaltiche a disposizione pennata della rupe di Humboldt, presso Aussig sull'Elba, in Boemia (Neumayr).

Dora Riparia, la sua valle si dirà primaria e quella della Cenischia secondaria. Questa indeterminatezza e relatività di criteri, e la mancanza di un fondamento naturale di differenziazione, fa vedere come una simile classificazione non possa essere che convenzionale, e non possa valere a dare un'idea della configurazione delle valli.

Più razionale e maggiormente atta a dare un'idea di tale configurazione, è la classificazione delle valli basata sulla direzione, riferita a quella del rilievo cui appartengono. Sotto tale rispetto le valli distinguonsi in:

a) *valli longitudinali*, se parallele alla direzione del rilievo, es.: alta Adda (Valtellina), alto Rodano (Vallese), ecc.

b) *valli trasversali*, se normali alla direzione del rilievo, es.: Ticino, Reuss, ecc.

c) *valli irradianti*, quelle riferibili ad un massiccio montano, dal quale scendono divergendo, es.: le valli dell'Avisio, Gardena, di Abtey, del Boite, del Cordevole e del Cismone, rispetto al gruppo delle Alpi dolomitiche tirolesi.



Fig. 103. — Fianco meridionale dell'Etna (da fotografia di Sommer).

Bisogna però notare che generalmente una grande valle non presenta esclusivamente una sola di queste direzioni; per lo più essa è costituita di tratti longitudinali e trasversali, fra di loro alternantisi. Questa successione spiegasi col fatto del parallelismo delle linee di rilievo, per cui le acque, dopo di aver percorso un primo tratto fra due rilievi, sono spinte dalle ineguaglianze del terreno contro uno di essi e lo tagliano, spesso allargando squarciature dovute alla dislocazione.

La suindicata classificazione, riferendosi alle linee tettoniche del

terreno, può già dare un'idea della configurazione generale delle valli, che, se longitudinali, saranno generalmente ampie, estese ed uniformi; se trasversali, ristrette, brevi e con andamento tortuoso.

Per acquistare però un'idea più precisa della configurazione delle valli, è necessario risalire alla loro genesi. Le valli, come parti del rilievo terrestre, sono dovute all'azione complessiva delle forze trasformatrici della superficie della terra. In massima esse sono scolpite dalle forze interne e modellate dalle esterne; ma se è rarissimo il caso di valli dovute esclusivamente all'azione delle prime, non è

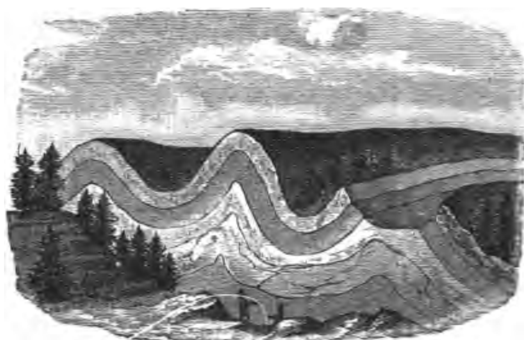


Fig. 104. — Valli del Giura.

altrettanto raro il caso di valli dovute esclusivamente al lavoro erosivo delle acque. Ad ogni modo dal predominio dell'azione di corrugamento e dislocazione, o dell'azione dell'erosione nella genesi delle valli, queste possono distinguersi in *tettoniche* e *d'erosione*.

Le prime raggruppansi intorno ai seguenti tipi:

a) *valli di sollevamento:* sono quelle comprese fra due sistemi montani che, sollevandosi, disegnano nello spazio fra di essi intercedente un'ampia conca, il fondo della quale, sgombrato dal mare e ripianato dai depositi delle acque, presenta la configurazione di un bassopiano. Tali valli sono longitudinali ed hanno generalmente fianchi di elevazione ed inclinazione diversa. Sono spesso distinte colla denominazione di *vallate.* Esempio: la valle del Po.

b) *valli di corrugamento o di piegamento* (figg. 5 e 104): corrispondono alle sinclinali delle zone di piegamento (v. pag. 41); sono longitudinali, per lo più non molto ampie, a fianchi assimetrici, ma non ripidissimi, corrispondendo essi a strati continui. Esempio: molte valli del Giura e dell'Appennino.

c) *valli di lacerazione o spaccatura* (figg. 5 e 104): quelle determinate dal lacerarsi o spaccarsi delle serie di strati ripiegati. Diconsi *anticlinali,* se corrispondenti alle sommità delle pieghe; *isoclinali,* se

aprentisi sui fianchi (v. pag. 42). Le prime sono generalmente longitudinali, ristrette, a fianchi assimetrici. Le seconde, pure per lo più longitudinali, sono sempre più ampie delle precedenti ed hanno fianchi fortemente assimetrici, corrispondendo uno dei fianchi alla superficie di strati continui e l'altro alle testate di strati spezzati; diconsi anche di *interstratificazione* nel caso, assai frequente, che la serie di strati spezzata e divaricata, sia di natura diversa dall'altra continua. Queste valli determinate da lacerazioni o spaccature, secondo le linee direttrici del rilievo, chiamansi nel Giura *valli di comba.*

d) *valli di frattura:* sono quelle dovute a fratture e salti negli strati. Presentano forte assimetria nei fianchi, quando il salto negli strati è avvenuto da una sola parte; fianchi più simmetrici, quando il salto si effettuò da ambe le parti; in questo secondo caso sono relativamente ristrette, nel primo meno. Le *aree* o *zone di sprofondamento*, di cui si è parlato a pag. 42 (v. fig. 6), non sono altro che grandi valli di frattura, e fra i più tipici esempi che di esse si riscontrano in Europa, si può citare quello della valle del Reno fra i Vosgi e la Foresta Nera.

Queste valli tettoniche, coincidendo per lo più colla direzione secondo la quale si è manifestato lo sforzo orogenico, saranno generalmente longitudinali; ma, o per le deviazioni subìte dalle forze orogeniche, o per la disomogeneità delle rocce, non è raro il caso che si manifestino piegamenti o dislocazioni trasversali alla direzione generale del rilievo, e si avranno allora valli tettoniche trasversali di piegamento, di lacerazione o spaccatura e di frattura.

Le *valli d'erosione* sono quelle dovute in massima parte all'azione erosiva delle acque. Esse trovansi in terreni facilmente erodibili, sono per lo più trasversali, hanno andamento serpeggiante, fianchi ripidi, ma relativamente simmetrici. Le più grandiose sono rappresentate dai *cañons* dell'altipiano calcare del Colorado (fig. 38), dalle gole nel löss della Cina (fig. 39); ed in Italia, come si è detto, se ne hanno esempi nelle *gravine* dell'Appennino lucano calabrese, nelle *lame* delle Murgie, nelle vallette dell'Astigiano ed anche nei valloni della regione vulcanica dei Monti Sabatini a S.-O. del Lago di Bolsena.

Alle valli, od ai tratti di valle molto angusti, siano essi dovuti ad azione dislocatrice od al lavoro erosivo delle acque, si dà il nome di *valli di chiusa.* Tali valli sono generalmente trasversali ed assai frequenti nelle montagne calcari; esempi caratteristici in Italia sono rappresentati dalla valle del Candigliano affluente del Metauro (Passo del Furlo), dalla valle dell'Esino tra Fabriano e Serra San Quirico, da quella del Potenza nel tratto a monte di San Severino, dalla valle del Chienti fra Varano e Caldarola, da quella del Tevere nel tratto Todi-Orvieto, dalla valle della Nera in molti punti, e specialmente a

monte di Terni (fig. 105) ed alla sua uscita dalla Conca ternana a valle di Narni (fig. 106), ecc. Esempi ancora più caratteristici trovansi nel Giura svizzero (*écluses*), e nelle Alpi della Savoia occidentale, che ne formano il prolungamento geologico e geografico verso Sud.

Venendo allo studio particolare della forma della valle, essa può paragonarsi ad una forma simile a quella usata per rappresentare la montagna, ma inversamente disposta; ossia ad un prisma cavo triangolare, con una delle sue facce rivolte in alto e sul cui fondo si stende una zona pianeggiante. Quando questa è larga e le facce laterali sono dolcemente inclinate, avremo la grande valle (*vallata*); quando questa è angusta e le facce sono a ripido pendìo, si avrà la valle ristretta (*vallone*), che trova la sua esagerazione nelle gole, forre, burroni, ecc. Da questo paragone si vede come la valle debba nel suo complesso presentare una figura simmetrica rispetto ad una linea; in alcuni suoi tratti però tale figura tende invece ad essere simmetrica rispetto ad un punto, e si hanno allora le forme speciali di *circo*, *conca*, *caldaia*, *anfiteatro*, ecc., frequenti all'origine delle valli, nonchè in quei tratti precedenti le strozzature che furono sedi di antichi laghi, come pure nelle valli costituite da antichi crateri.

Le parti elementari, che possono distinguersi nella forma della valle, sono: la *testata*, i *fianchi*, il *fondo* e lo *sbocco*.

La *testata* è nella valle longitudinale generalmente di ampiezza uguale al resto della valle, ed ha per lo più origine ad un valico comune con altra valle longitudinale. Talvolta questo valico è talmente depresso, che le testate delle due valli vengono nell'uso locale designate collo stesso nome; così ad esempio le testate delle valli della Rienz e della Drava, congiunte dalla sella di Toblach, sono riunite colla denominazione comune di Pusteria. Nelle valli d'erosione la testata è generalmente assai più ampia del resto della valle e tende alla forma simmetrica rispetto ad un punto, per effetto del lavoro delle acque selvagge agenti su grande estensione e poco profondamente, e successivamente sempre su minore estensione e con maggior profondità, come si è detto a pag. 90.

I *fianchi* (*versanti*, *pendìi*) della valle corrispondono a quelli della montagna, e si presentano generalmente assimetrici nelle valli tettoniche, simmetrici in quelle d'erosione. In massima sono foggiati a terrazzi dovuti, come già si è visto precedentemente, all'azione erosiva delle acque sul versante (*alti terrazzi*) ed al terrazzamento del fondo della valle (*bassi terrazzi*).

Il *fondo* della valle ha ampiezza notevole ed uniforme nelle valli tettoniche, è invece ristretto in quelle d'erosione, e quando queste si aprono attraverso successive pieghe, presenta una successione di allargamenti e strozzature. Sul fondo si sviluppa la *linea d'impluvio*



Fig. 105. — Chiusa di Ferentillo a monte di Terni (Strafforello).

(in tedesco, *thalweg* = cammino della valle), orograficamente rappresentata dall'*alveo* ed idrograficamente dalla *linea di corso della corrente.* La posizione della linea d'impluvio sul fondo della valle dipende in massima parte dall'elevazione dei fianchi. Quando questi hanno altezza uguale, la linea d'impluvio coincide colla linea mediana

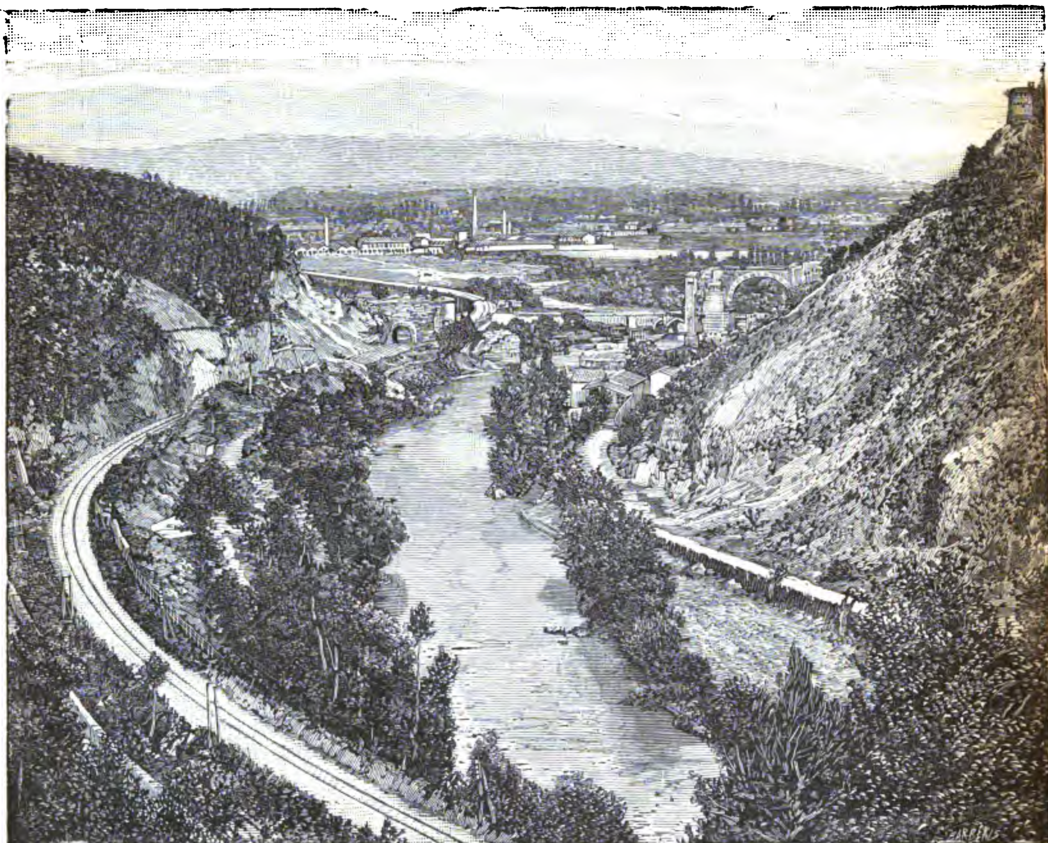


Fig. 106. — Chiusa della Nera a valle di Narni (da fotografia di Angelici).

del fondo della valle e le sponde dell'alveo sono allo stesso livello. Quando i fianchi hanno differente altezza, la linea d'impluvio rasenta il fianco più basso e la sponda dell'alveo da questa parte domina l'opposta. Questo andamento della linea d'impluvio è dovuto alla assimetria dei rilievi, ma esso è generalmente ancora accentuato dalla maggiore azione di trasporto delle correnti discendenti dal rilievo più elevato (v. pagg. 102 e 103). Il diverso livello delle due

sponde dell'alveo è poi diretta conseguenza dell'azione della corrente, che erode la sponda concava ed alluviona la convessa (v. pag. 100). Del primo caso abbiamo un esempio nel corso del Reno da Basilea a Magonza, dove la linea d'impluvio coincide colla linea mediana del fondo della valle; del secondo ci offre esempio il corso del Rodano da Lione alla foce, dove la linea d'impluvio rasenta il fianco destro della valle e la sponda destra domina generalmente la sinistra.

Lo *sbocco* della valle dalla montagna è il punto in cui essa immette in una valle più ampia o nel piano. Nelle valli tettoniche esso è relativamente largo, in quelle di erosione ed anche in quelle tettoniche, dove forte fu il modellamento dei fianchi dovuto all'azione erosiva delle acque, esso è ristretto, e ciò sempre per effetto del lavoro delle acque diminuente successivamente in estensione ed aumentante in profondità. Gli sbocchi delle valli sono spesso, come già è noto, rappresentati da particolari oggetti topografici, quali conoidi di deiezione, apparati morenici, o pianori collinosi derivanti dalle loro trasformazioni.

3°) *Valichi.* — Allo studio delle valli si connette quello dei valichi, depressioni del rilievo montano, per cui si può con relativa facilità attraversarlo. Lo studio dei valichi è particolarmente interessante per la geografia militare, poichè essi segnano nella zona montana i limiti della praticabilità, elemento capitale negli studi militari del terreno.

A queste depressioni si dà genericamente il nome di *valico*, *passo*, *colle*, la quale ultima denominazione si vorrebbe trasformare in quella più italiana di *collo*. Però questi nomi generici sono nelle diverse regioni sostituiti da nomi locali, e così nelle Alpi usansi per valico in genere, e spesso per valichi ampi, i termini: *col*, *bassa*, *piana*, *sella*, *passo*, *colma*, *campo*, ecc.; per valichi angusti quelli di: *bocca*, *bocchetta*, *porta*, *portella*, ecc.; per valichi difficili: *scala*, *scaletta*, *forca*, *forcella*, ecc. Nell'Appennino i valichi aperti sono per lo più designati coi nomi di *giogo* o *giovo* (Appennino settentrionale), *collina*, *foce*, *sella* (Appennino centrale); i valichi angusti col termine di *bocchetta*. Di tali denominazioni locali conviene tener conto, specialmente se caratterizzano la forma del valico; ma il loro studio non può esser fatto in modo generico, variando le denominazioni ed il loro significato in ogni regione.

Volendo procedere, come si è fatto per le valli, alla classificazione dei valichi, si può anche qui osservare che, seguendo i criteri della teoria idrografica, i valichi si distinguono in principali, se appartenenti allo spartiacque principale, e secondari, quando si aprono lungo le diramazioni di esso. Ora una simile classificazione non vale a dare idea alcuna nè delle forme, nè della distribuzione, ed in molti casi

neanche dell'importanza rispettiva dei valichi. Tali fatti risulteranno invece da una classificazione dei valichi, fatta in base a criteri genetici.

Come già per le valli, possiamo osservare che i valichi sono dovuti all'azione complessiva delle forze trasformatrici della superficie terrestre; sono in massima scolpiti dalle forze interne e modellati dalle forze esterne, ma anche qui mentre è raro il caso di valichi dovuti esclusivamente all'azione delle prime, è frequente quello di valichi prodotti esclusivamente dall'azione erosiva delle acque. Ad ogni modo, dal predominio dell'uno o dell'altro agente, possono pure i valichi distinguersi in *tettonici* e di *erosione.*

Le molteplici forme dei primi si raggruppano intorno a tre tipi:

a) *valichi di corrugamento o di piegamento*, disegnati da una piega del suolo e generalmente aperti, a fianchi assimetrici, ma non ripidi; ben caratterizzati dal nome di *sella.*

b) *valichi di lacerazione o spaccatura*, dovuti al lacerarsi o spaccarsi degli strati per disomogeneità o poca plasticità delle rocce; sono generalmente angusti, a fianchi ripidi ed assimetrici; ben caratterizzati dai nomi di *forca*, *forcella*, ecc.

c) *valichi di frattura*, si incontrano dove ebbero luogo fratture e salti negli strati, e sono generalmente aperti ed a fianchi molto assimetrici nel caso di un salto unico, angusti ed a pareti più simmetriche nel caso di un doppio salto.

I *valichi di erosione* si trovano là dove le acque poterono maggiormente esercitare la loro azione demolitrice sulla linea di vetta, e quindi nei punti dove la roccia presenta dei minimi di resistenza relativa o lungo le linee di contatto fra rocce di diversa natura. Questi valichi, se esclusivamente dovuti all'erosione, non avranno grande ampiezza e presenteranno fianchi non molto assimetrici, specialmente quando scavati nella stessa roccia.

Acquistata la nozione della forma dei valichi, interessa studiarne la distribuzione. Una legge di distribuzione dei valichi costituirebbe un elemento molto utile negli studi di geografia militare, poichè essa servirebbe a guidarci a quella sintesi, che è così importante per il rapido concepimento di complesse operazioni in regioni montuose. Ma per formulare una simile legge non possediamo ancora dati sufficienti, e solo possiamo dire che in massima i valichi tettonici si troveranno disposti lungo le linee tettoniche di una regione, e quelli d'erosione abbonderanno lungo le linee di contatto fra le zone di rocce di diversa natura, e qualche deduzione sulla posizione dei valichi e sulla loro frequenza potremo anche ricavare dalla conoscenza della natura delle rocce.

Oltre a questi dati generici, sono però stati raccolti dati più particolari intorno alla posizione dei valichi, che se non sono sufficienti

per poter formulare la loro legge corologica, possono servire come guida nello studio della loro distribuzione. Questi dati, dovuti alle osservazioni di alcuni naturalisti, quali il Buffon, il Dupuis-Torcy, il Brisson e l'Hüber, vennero da quest'ultimo formulati, sotto il titolo di *leggi degli sbocchi* (1), nel modo seguente:

a) I valichi più depressi di un gruppo di monti si aprono di fronte alle masse più elevate del gruppo opposto.

Esempi: passo della Gemmi (2183)-Monte Rosa (4638) (2); passo del Sempione (2010) - Jungfrau (4167) (3).

b) Risalendo un corso d'acqua di qualche importanza sino alle sue sorgenti, si giunge ad un valico, per mezzo del quale si passa nella valle superiore di un altro corso d'acqua.

Esempi: passo del San Gottardo corrispondente alle sorgenti del torrente di Val Tremola (Ticino) e della Reuss (4); passo della Furka, corrispondente alle origini del Rodano e della Realper Reuss (5) passo di Oberalp, alle sorgenti del Reno e della Oberalper Reuss (6).

c) I vertici dei salienti del corso dei fiumi possono considerarsi come guida nella ricerca dei valichi.

Esempi: nell'Arno, il saliente attorno al Pratomagno corrisponde alla depressione di Val di Chiana (7); nel Reno, il saliente di Basilea corrisponde alla Trouée di Belfort (8).

Corollari:

α) Quando due corsi d'acqua paralleli si inflettono, dirigendosi in senso opposto, la linea unente i due gomiti segna un valico.

Esempio: la linea unente i gomiti dell'Ariège (Garonna) e dell'Aude segna la depressione di Narouze (9).

β) Quando due corsi d'acqua, correnti parallelamente, ma in senso inverso, cambiano direzione, la linea unente i due gomiti d'inflessione corrisponde ad un valico.

---

(1) Hüber, *Considérations générales sur les Alpes centrales*, Bull. de la Société de géographie, T. XI. Paris 1866 (cnfr. pag. 105 e seg.).

(2) V. *Carta corografica del Regno d'Italia e delle regioni adiacenti* (500 *mila*), Foglio 7, Torino.

(3) *Ibid.*

(4) V. *Topographischer Atlas der Schweiz* (Siegfried) (50 *mila*), Blatt 398, 411, 491, 503; oppure *Carta corografica del Regno d'Italia e regioni adiacenti* (500 *mila*), Foglio 7, Torino; 2, Bern.

(5) *Ibid.*

(6) *Ibid.*

(7) V. *Carta corografica del Regno d'Italia e regioni adiacenti* (500 *mila*), Foglio 13, Firenze.

(8) V. *Carte de France* (200 *mila*), Feuille 35, Vesoul; 36, Mulhouse.

(9) *Ibid.*, Feuille 71, Toulouse; 72, Carcassonne.

Esempio: la linea unente i gomiti della Piccola Dora (Dora Riparia) e della Durance segna il valico del Monginevra (1).

γ) ***Quando di due corsi d'acqua paralleli l'uno s'inflette, la perpendicolare condotta dal gomito d'inflessione di esso alla direzione dell'altro segna un valico.***

Esempio: la perpendicolare condotta dal gomito del Rodano di St-Maurice alla Dora Baltea segna il valico del Gran San Bernardo (2).

d) ***Se due corsi d'acqua corrono parallelamente, ma con direzione opposta, la linea che unisce le loro sorgenti segna un valico attraverso la massa montana, separante i due corsi d'acqua.***

Esempio: la linea unente le sorgenti dell'Adda e dell'Inn segna il valico del Bernina (3).

Queste proposizioni, se non hanno carattere generale, nè valore assoluto di leggi, rappresentano tuttavia formule di una certa importanza pratica nello studio della distribuzione dei valichi.

La loro spiegazione trovasi facilmente nell'alterna disposizione delle parti elevate e depresse del rilievo terrestre, e nel lavoro di erosione delle acque.

4. Misure altimetriche (*orometria*). — La considerazione delle dimensioni altimetriche del rilievo terrestre costituisce una parte importante dello studio delle forme del terreno, che chiamasi *orometria*. Essa viene definita dal Sonklar (4): ***la ricerca di quelle misure generali dei rilievi, che servono per il loro studio comparato nei rapporti di spazio*** (5).

---

(1) *Ibid.*, Feuille 60, Gap.

(2) V. *Carta corografica dell'Italia e regioni adiacenti* (500 *mila*), Foglio 7, Torino.

(3) *Ibid.*, Foglio 8, Venezia.

(4) V. SONKLAR, *Allgemeine Orographie.* Wien 1873.

(5) Le prime ricerche orometriche risalgono all' HUMBOLDT (*Asie centrale.* Paris 1843), che coi pochi e non sicuri dati dei suoi tempi tentò la determinazione delle altezze medie dei continenti e dei volumi dei sistemi montani. I suoi calcoli vennero ripresi e perfezionati dal LEITPOLDT (*Mittlere Höhe Europas.* Plauen 1874), ma chi pel primo stabilì metodi e formole orometriche fu il generale VON SONKLAR, il quale è pertanto considerato come il fondatore dell'orometria.

I principali lavori del generale VON SONKLAR intorno a questo argomento, sono i seguenti:

Die Gebirgsgruppe des Hochschwab in der Steiermark. Sitzungsber. d. Akad. der Wissensch. Math. Naturw. Kl. Bd. 34. Wien 1859.

Die Oetzthaler Gebirgsgruppe. Gotha 1860.

Die Gebirgsgruppe der Hohen Tauern. Wien 1866.

Die Zillerthaler Alpen. Petermanns, Mitteilungen Ergänzungsheft, nº 32, 1872.

In questi ultimi tempi gli studi orometrici hanno assunto un notevole sviluppo

L'orometria considera il rilievo terrestre sotto tutti i rapporti di spazio (lunghezza, larghezza, profondità, area, altezza, volume, pendenze, ecc.), e dalla considerazione di tutti questi rapporti risulta una serie numerosa di misure, aventi importanza diversa, a seconda

---

e dato luogo ad una serie numerosa di pubblicazioni, di cui qui si notano le principali:

RICCHIERI, *Sulle formole orometriche proposte dal generale Sonklar.* Roma 1886.

IDEM, *Nuove formole orometriche per determinare l'altezza media del crinale ed il volume.* Livorno 1889.

O. MARINELLI, *Volumetria dell'isola d'Elba.* Rivista geogr. italiana, I. 1894.

PENCK, *Eintheilung und mittlere Kammhöhe der Pyrenäen.* Jahresber. der Geogr. Gesellschaft. München 1886.

NEUMANN, *Orometrie des Schwarzwaldes.* Penck's Geogr. Abhandl. Band I. Heft 2. Wien 1886.

IDEM, *Orometrische Studien im Anschluss an die Untersuchung des Kaiserstuhlgebirges.* Zeit. für Wissenschaf. Geog. 1888.

LEICHER, *Orometrie des Harzgebirges.* Halle 1886.

HEIDERICH, *Mittlere Höhe der Pamirgebiete.* Bericht d. Ver. d. Geog. i. Wien 1887.

IDEM, *Die Mittlere Höhe Afrika's.* Petermanns, Mitteilungen, Bd. 34, 1888.

BRÜCH, *Vergleich der aus den Vermessungenhervorgehenden Flächenräumen mit jenen, welche in der Natur wirklich vorhanden sind,* Mitteilungen der K. K. Militärgeogr. Institutes, VII Bd. Wien 1887.

FÜHRNKRANZ, *Orometrische Sckizze der Trentagruppe.* Bericht d. Ver. d. Geogr. a. d. Univ. Wien 1887.

IDEM, *Untersuchungen über die Genauigkeit der hypsographischen Curve.* Ibid. 1888.

BURGKHARDT, *Das Erzgebirge. Eine orometrisch-anthropogeograph. Studie.* Kirchhoff's Forschungen zur deutschen Landes und Volkskunde, Bd. III, Heft 3. Stuttgart 1888.

PEUCKER, *Orometrische Studien im Riesengebirge.* Hirschberg 1888.

IDEM, *Die Kammlinien-Entwicklung. Ein Beitrag zur methode der Orometrie.* Hirschberg 1889.

IDEM, *Versuch einer rationellen Bestimmung des Kammgehänge-Winkels.* Hirschberg 1890.

IDEM, *Der mittlere Neigungswinkel des Bodens.* Mitteilungen d. D. u. Oe. Alpen Ver. Wien 1890, nº 1.

IDEM, *Beiträge zur orometrischen Methodenlehre.* Breslau 1890.

BÖHM, *Uber die Genauigkeit der Bestimmung von Gebirgsvolumen und mittl. Massenerhebung.* Vortrag gehalten auf den VIII Deutschen. Geogr. Tage. Berlin 1889.

FINSTERWALDER, *Uber der mittleren Böschungswinkel und das wahre Areal einer topographischen Fläche.* Sitzungsber. der math. physical. Klasse d. K. bairischen Akademie der Wissenschaften, Band XX, Heft I. München 1890.

del punto di vista dal quale si esamina il rilievo. Così ad esempio la volumetria dei rilievi, che non può interessare direttamente gli studi di geografia militare, è di grande utilità negli studi geologici, poichè introduce nell'esame dell'intensità d'azione delle forze orogeniche il dato aritmetico, che apre nuovi orizzonti d'induzione e concreta la comparazione, diversamente basata solo su idee incommensurabili.

Le misure orometriche più interessanti gli studi militari sono quelle che valgono a mettere in evidenza l'entità dell'ostacolo, che un rilievo terrestre può presentare alle operazioni militari, e riflettono le dimensioni planimetriche (lunghezza, larghezza o profondità, ed area) e le dimensioni altimetriche (altitudine e pendenza). Avendo già parlato delle prime nella configurazione planimetrica, si terrà ora parola delle seconde.

La prima misura orometrica è quella dell'altitudine, la quale può essere assoluta o relativa, positiva o negativa. La parte dell'orometria, che si occupa della determinazione delle altitudini, dicesi *altimetria* o *ipsometria* (dal greco *ipsos* = altezza), se considera altitudini positive; *batometria* (dal greco *bathos* = profondità), se considera quote negative. Le prime si determinano con processi geodetici (livellazioni di precisione, misurazioni trigonometriche), o con processi fisici (barometria); le seconde si ottengono con operazioni di scandaglio o sondaggi (1).

Riunendo i punti di eguale altitudine si hanno le *curve orizzontali, di livello o isometriche* (dal greco *isos* = uguale), che diconsi *curve altimetriche, curve ipsometriche* od *isoipse* (dal greco, di uguale altezza), quando riflettono quote positive; *curve batometriche* o *isobate* (dal greco, di uguale profondità), quando si riferiscono a quote negative.

Col tracciamento di tali curve è possibile l'esatta rappresentazione del rilievo, e tale rappresentazione può essere resa assai efficace ed intuitiva, quando si faccia uso di un opportuno sistema di ombreggio o di una benintesa gamma di tinte, corrispondenti alle zone altimetriche. Nelle carte che ne risultano (*carte isometriche* o *ipsometriche*), sarà sempre opportuno comprendere, nel tracciamento delle curve, anche le isobate, poichè dalla completa rappresentazione delle curve di livello (*carte ipso-batometriche*), risulta evidente il collegamento tra la forma del terreno emerso e quella del terreno sommerso.

Le misure altimetriche ora dette non valgono però a dare una com-

(1) I dati relativi alle altitudini positive e negative delle principali località del globo trovansi in MARINELLI: *La terra*, già cit. (Volume I, Appendice, Prospetti XXX e XXXII).

pleta idea dell'entità dell'ostacolo montano, poichè possono esistere masse montane elevatissime con valichi frequenti e bassi, ed altre meno elevate con valichi meno numerosi e più alti. Notevole contrasto presentano infatti sotto questo rispetto le Alpi coi loro numerosi passaggi, porte aperte agli scambî commerciali, alle immigrazioni dei popoli ed alle operazioni militari, ed i Pirenei, che per la minor frequenza dei valichi contribuirono alla segregazione della Spagna dal resto dell'Europa. A chiarire questi rapporti è quindi necessario applicare le misurazioni altimetriche a punti caratteristici del rilievo, ed introdurre nel calcolo il concetto della media.

Le medie orometriche che a noi possono interessare sono: l'*altitudine media delle vette*, l'*altitudine media dei passi*, l'*altitudine media della linea di vetta* e l'*intaglio medio della linea di vetta*. Queste medie sono rappresentate dalle formole seguenti:

1°) *Altitudine media delle vette*, è uguale alla media aritmetica dell'altitudine delle vette:

$$(a)\ H^{V} = \frac{\Sigma V}{v}\ (1).$$

Nel calcolo di questa media, quando non si tenga conto di tutte le vette, bisogna curare che le prescelte siano uniformemente distribuite lungo la linea di vetta.

2°) *Altitudine media dei passi*, come sopra e colla stessa avvertenza:

$$(b)\ H^{P} = \frac{\Sigma P}{p}\ (1).$$

3°) *Altitudine media della linea di vetta*, è uguale alla media di (*a*) e (*b*):

$$(c)\ H^{LV} = \frac{H^{V} + H^{P}}{2}.$$

Si noti che essendo la linea di vetta quella linea che passa per i punti più elevati della catena montana, l'anzidetta formola non dà l'altitudine media della montagna, ma di una sola sezione di essa, certamente la più importante; per aver l'altitudine media della montagna, occorrerebbe fare la media di diverse sezioni.

4°) *Intaglio medio della linea di vetta*, è uguale alla differenza fra (*a*) e (*b*):

$$(d)\ M^{I} = H^{V} - H^{P}.$$

(1) V = altezza assoluta delle vette;
P = altezza assoluta dei passi;
v = numero delle vette;
p = numero dei passi.

La prima di queste formole ci dà coll'altitudine media delle vette un'idea generica dell'importanza altimetrica dell'ostacolo montano; la seconda, coll'altitudine media dei passi, ci permette di fare un apprezzamento generale sulla difficoltà che la zona montana presenta alla sua traversata; la terza formola, determinando l'altitudine media della linea di vetta, vale ad esprimere lo sforzo orogenico massimo; ed infine la quarta, coll'intaglio medio della linea di vetta, serve a precisare l'intensità del lavoro di demolizione della linea di vetta.

Un esempio di applicazione pratica delle formole suindicate è dato colla fig. 107.

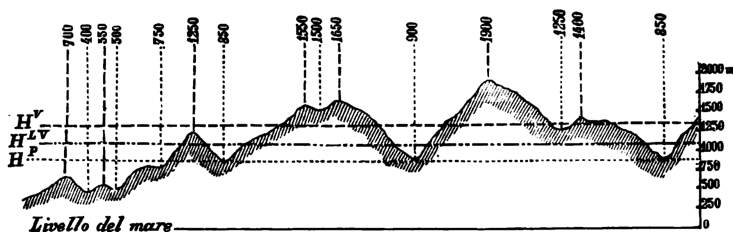


Fig. 107. — Esempio di orometria (scala 1 : 100.000).

$$H^V = \frac{700 + 550 + 1250 + 1550 + 1650 + 1900 + 1400}{7} = 1286$$

$$H^{LV} = \frac{1286 + 875}{2} = 1080$$

$$H^P = \frac{400 + 500 + 750 + 850 + 1500 + 900 + 1250 + 850}{8} = 875$$

$$M^I = 1286 - 875 = 411.$$

Un'altra misura orometrica interessante è quella della pendenza dei fianchi del rilievo, che si determina risolvendo il triangolo, i di cui cateti sono rappresentati dalla differenza di livello fra i due punti che si considerano, e dalla loro distanza orizzontale:

$$\text{tang } \varphi = \frac{a}{d}.$$

Per avere la pendenza media si fa la media della misura determinata per un certo numero di vette e di passi, o si risolve il triangolo avente per cateti la differenza fra l'altitudine media della linea di vetta e della linea di falda, e la loro distanza orizzontale media.

Le pendenze possono così classificarsi: *dolci*, quando non superano i 10° (circa 17 per cento); *moderate*, quando stanno fra i 10° ed i 25° (circa fra 17 e 47 per cento); *erte* o *ripide*, allorchè superano tali limiti (1).

---

(1) Per altri particolari vedasi G. Marinelli, *La terra*, già cit., Vol. I, pag. 318.

Praticamente la pendenza, anzichè in gradi, si esprime col rapporto fra l'altezza e la base del triangolo, o meglio ancora con cifre percentuali.

Le pendenze possono facilmente ricavarsi dalle carte mediante le quote o le curve di livello; praticamente nelle ricognizioni sul terreno, possono misurarsi facendo uso di appositi strumenti, detti *clisimetri* (1).

D) Distribuzione dei rilievi terrestri.

Studiati i rilievi terrestri nella loro natura, forma e dimensioni, ci rimane a vederne la distribuzione sulla superficie della terra.

La tendenza ingenita nell'uomo di ridurre le manifestazioni della natura a sistemi, ed una certa qual rassomiglianza fra l'andamento delle linee tettoniche del globo e talune figure geometriche, condusse più volte i geografi alla ricerca di sistemi più o meno geometrici, rappresentanti il coordinamento dei rilievi terrestri. Di tali ricerche si hanno esempi fra i molti: nell'*ossatura del globo*, ideata dal padre Kircher, nella *charpente du globe* di Filippo Buache e nella *teoria idrografica* del Lavallée (2). Ma mentre i progressi della topografia mettevano in evidenza l'artificialità di questi sistemi, i progressi della geologia additavano quale guida da seguirsi nella ricerca di un concetto coordinatore dei rilievi terrestri, il principio della genesi.

Nello studio sui sistemi montani si è visto come in essi rendasi manifesto il fatto della direzione, rappresentato dall'andamento delle linee tettoniche. Ora tali linee altro non sono se non le linee di minor resistenza della crosta terrestre, e siccome questa ha un piccolo spessore rispetto al diametro del globo, così è possibile che esso siasi comportato, sotto l'azione della compressione, come una sfera cava di materia omogenea, non però così perfetta da non presentare tali linee di minor resistenza. La crosta della terra si sarebbe perciò piegata e rotta secondo determinate linee, aventi fra di loro rapporti geometrici necessari; fatto che dovrebbe trovare la sua espressione geometrica in uno dei sistemi di simmetria di cui è suscettibile la

---

(1) Intorno ai principali tipi di *clisimetri*, di più facile uso nelle ricognizioni di terreno, vedasi:

Guarducci, *Sulla misura della pendenza delle strade nelle ricognizioni militari*. Rivista di artiglieria e genio, febbraio 1897.

(2) Per le opere del Kircher e del Buache v. nota (2) a pag. 7; per quelle del Lavallée v. nota (1) a pag. 11.

sfera. Il problema riducesi pertanto alla ricerca di un poliedro simmetrico alla sfera, il quale possa rappresentarne la deformazione, ed i cui spigoli corrispondano ai tratti principali della morfologia della terra.

Questa fu l'idea dalla quale partì Élie de Beaumont nel concepire il suo sistema orografico, conosciuto sotto il nome di *sistema pentagonale* (1). Osservando che l'andamento di un rilievo terrestre è la espressione di una forza operante in una determinata direzione, alla quale non si possono assegnare limiti in estensione, il Beaumont pensò che tutti i sistemi aventi ugual direzione fossero coevi, e stabilì il principio della corrispondenza fra età e direzione. In base a questo principio egli, determinata la direzione dei rilievi terrestri, raggruppò fra di loro quelli paralleli, e riportandoli sopra un globo, gli parve potessero disporsi secondo alcuni circoli massimi, o meglio secondo zone parallele ad alcuni circoli massimi, che chiamò *circoli di paragone*. Il reticolato di tali circoli veniva a disegnare un *dodecaedro pentagonale* (fig. 108), che essendo uno dei sistemi di simmetria della sfera, venne dal Beaumont considerato come il poliedro risultante dalla deformazione della sfera, ritenendo che i suoi spigoli potessero rappresentare l'andamento dei rilievi terrestri.

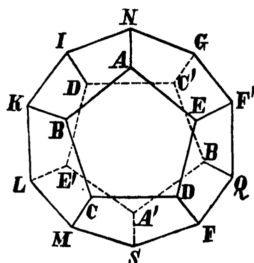


Fig. 108.
Dodecaedro pentagonale.

Questo concetto, se rispondesse alla realtà, costituirebbe uno dei più splendidi risultati degli studi orografici, poichè ridurrebbe ad una espressione assai semplice l'intricata disposizione dei rilievi terrestri. Ma più gli studi naturali progrediscono, più si moltiplicano le osservazioni e più evidente appare l'impossibilità di sottoporre le forze della natura a sistemi rigidi e particolareggiati, e di fronte alla straordinaria molteplicità dei loro effetti, sfumano queste minute concezioni teoriche.

Analizzando la teoria del Beaumont, si può anzitutto osservare che il principio della corrispondenza fra età e direzione, se ammissibile in alcuni casi, non è applicabile a tutta l'orografia del globo. Oltre a ciò, quantunque il dodecaedro pentagonale sia uno dei sistemi di simmetria della sfera, non è meccanicamente provato che esso rappresenti la figura risultante dalla deformazione della sfera, sotto l'azione di forze comprimenti. Infine si osserva che il poliedro in

(1) La teoria del sistema pentagonale è stata da Élie de Beaumont sviluppata in diversi suoi lavori, e specialmente in quello già citato: *Notice sur les systèmes des montagnes*, ecc.

questione non riproduce i lineamenti della morfologia terrestre, poichè esso è caratterizzato da facce e vertici due a due corrispondentisi, mentre sulla superficie del globo è caratteristica l'opposizione diametrale dei rilievi e delle depressioni. Queste considerazioni dimostrano che la teoria del Beaumont, quantunque basata su di un concetto razionale, non risponde alla realtà dei fatti e non può pertanto essere assunta per la rappresentazione sistematica dell'orografia del globo.

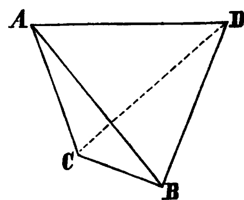


Fig. 109. — Tetraedro.

Partendo dallo stesso concetto, il Green ha formulato un'altra teoria (1), che ha come base del poliedro rappresentante la deformazione della terra il *tetraedro* (fig. 109). Tra le figure geometriche simmetriche alla sfera, la tetraedrica è quella che da essa più si discosta; è perciò necessario anzitutto giustificare il ravvicinamento, in apparenza paradossale, delle due figure. Ciò si ottiene passando da tetraedro ad un'altra forma dello stesso sistema cristallino, l'*esacistetraedro* (fig. 110), il quale si ottiene sostituendo a ciascuna delle facce triangolari del tetraedro un esagono, e costruendo su ciascuna faccia esagonale una piramide (2). Il solido di ventiquattro facce, in tal modo risultante, si approssima colla sua figura alla sfera, specialmente se si immaginano i suoi spigoli costituiti di linee curve (fig. 111); ed è questa la forma che spesso in natura assumono i cristalli del diamante. Ammesso tale ravvicinamento geometrico, è ancora necessario dimostrare che la configurazione tetraedrica può rappresentare la deformazione meccanica di quella sferica. E questo è stato dimostrato con svariate esperienze, fra le quali la più efficace è quella di Lallemand, consistente nello sgonfiare, con certe precauzioni, una sfera di caoutchouc, che vuotandosi assume la forma tetraedrica. Del resto questa deformazione può anche indursi geometricamente, osservando che la sfera è di tutti i solidi regolari quello che ha il massimo

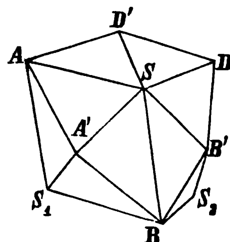


Fig. 110. — Esacistetraedro.

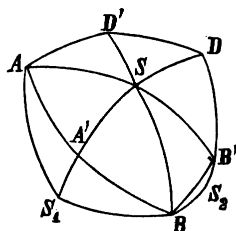


Fig. 111. — Esacistetraedro a spigoli curvilinei.

(1) LOWTHIAN GREEN, *Vestiges of the Molten Globe.* London 1875.

(2) TSCHERMAK, *Trattato di Mineralogia* (traduzione italiana di GRATTAROLA). Firenze 1892 (cnfr. *Parte generale*, pagg. 72 e 73).

volume colla minima superfice, mentre la proprietà inversa si ha nel tetraedro; è quindi naturale che la sfera contraendosi, tenda ad assumere quella figura che le permette di conservare il più che è possibile la sua superficie.

Provata così anche la possibilità che il poliedro tetraedrico rappresenti la deformazione meccanica della sfera, rimane a vedere quali analogie esistano tra le sue linee ed i tratti principali della morfologia terrestre. Per maggior facilità d'esame assumasi il tetraedro semplice (fig. 112). Osservando tale figura si vede che essa

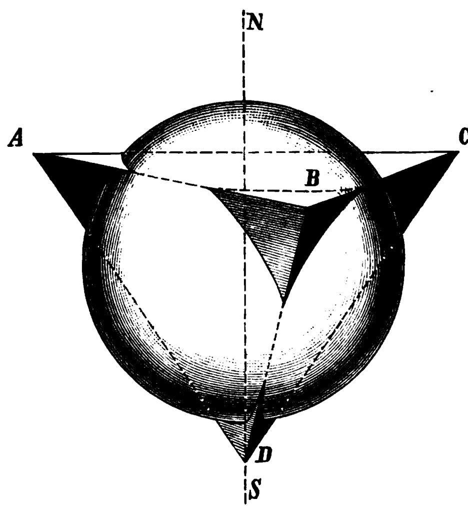


Fig. 112. — Tetraedro terrestre.

presenta una sporgenza al polo Sud e nessun rilievo al polo Nord, il che corrisponderebbe, secondo le cognizioni attuali, all'esistenza di un continente antartico e di un mare profondo coprente il polo artico (1). Oltre a ciò questa figura ci presenta tre sporgenze A, B, C, terminanti a punta verso Est, Ovest e Sud, corrispondenti alle tre masse continentali americana, europeo-africana, asiatico-australiana, nelle quali si possono considerare divise le terre emerse, quando si tenga conto della zona di depressioni esistente fra l'Europa e l'Asia e delle terre che saldavano l'Europa all'Africa, e l'Asia all'Australia.

(1) Questo fatto è stato recentemente confermato dagli scandagli effettuatisi nella spedizione al polo Nord di Nansen, dai quali risulta che oltre il 79° parallelo, il fondo del mare va continuamente abbassandosi; v. Nansen, *Fra ghiacci e tenebre* (trad. dal norvegese). Roma 1897, Vol. II (cnfr. pag. 458).

La teoria del Green dà pure ragione di due altri fatti importanti della morfologia terrestre: la separazione in due masse dei rilievi continentali e lo spostamento verso Sud-Est delle loro estremità meridionali. Infatti, dato che il movimento di rotazione della terra da occidente verso oriente siasi iniziato colla costituzione del globo, e perciò anteriormente alla sua contrazione, avviene che i punti, i quali per effetto della deformazione si allontanano dall'asse di rotazione, avendo una velocità di rotazione iniziale inferiore a quella loro spettante per l'aumento del raggio, rimangono in ritardo nel movimento rotatorio, rispetto ai punti della zona equatoriale. Viceversa i punti, che per effetto della deformazione vanno accostandosi all'asse di rotazione, essendo animati da una velocità di rotazione iniziale maggiore di quella corrispondente al diminuito raggio, precedono nel senso del movimento i punti della zona equatoriale. Il ritardo sarà massimo in A, B, C, ed andrà gradatamente diminuendo fino a trasformarsi in acceleramento, che toccherà il suo massimo in D. Ora il contrasto fra i due movimenti dovrebbe dar luogo ad una torsione del tetraedro, che avrebbe per conseguenza la deviazione verso Sud-Est dell'asse dei continenti, la loro separazione in due masse, ed il verificarsi di una linea di rottura, rappresentata dalla zona dei Mediterranei. Parallelamente a tale linea si presentano importanti zone di corrugamento della superficie terrestre, argomento che comprova l'effettuarsi della torsione.

Concludendo sulla teoria del Green, si può dire che il suo fondamento scientifico e le sue coincidenze geografiche, valgono a darle un alto grado di verosimiglianza, e che essa può servire di base per maggiori e più particolareggiate investigazioni sull'ordinamento della orografia del globo. Ed è precisamente in questa considerazione che tale teoria, come quella del Beaumont, alla quale si è inspirata, meritano di essere conosciute, quantunque per il loro carattere teorico ed il loro fondamento ipotetico, non armonizzino coll'indirizzo pratico ed applicativo dei nostri studi.

Benchè la scienza non sia ancora giunta che ad abbozzare l'ordinamento sistematico dell'orografia del globo, pure la quantità dei dati raccolti è sufficiente per poter stabilire alcune leggi corologiche, che unitamente a quelle morfologiche del parallelismo dei rilievi e della loro assimetria, ci permettono di addivenire alla formola generale del rilievo terrestre.

Vediamo quali siano questi dati e quali le possibili deduzioni. Esaminando una carta ipsometrica del globo, noi possiamo constatare il fatto che i rilievi montani si presentano generalmente con andamento parallelo alla costa dei continenti e sono per lo più disposti nel senso delle maggiori dimensioni dei continenti stessi, cosicchè

nell'Europa e nell'Asia i rilievi hanno direzione predominante secondo i paralleli, nelle Americhe secondo i meridiani, ed in Africa seguono la prima direzione nella parte settentrionale e la seconda nella meridionale.

Ma altri fatti di maggiore importanza noi possiamo ancora rilevare dal singolo esame di ogni continente, al quale si può procedere, praticando in essi delle sezioni, secondo direzioni opportunamente scelte.

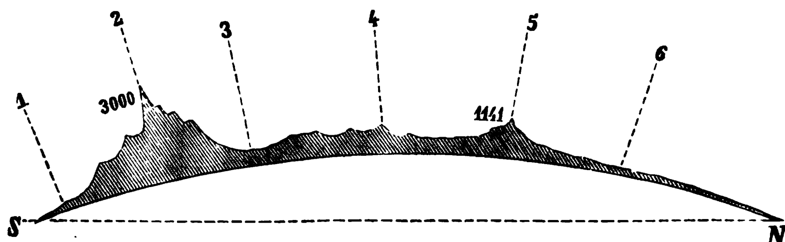


Fig. 113. — Sezione da N. a S. attraverso l'Europa.
1, Bassopiano del Po; 2, Alpi; 3, Altopiano bavarese; 4, Monti Germania centrale; 5, Harz; 6, Bassopiano Germania settentrionale.

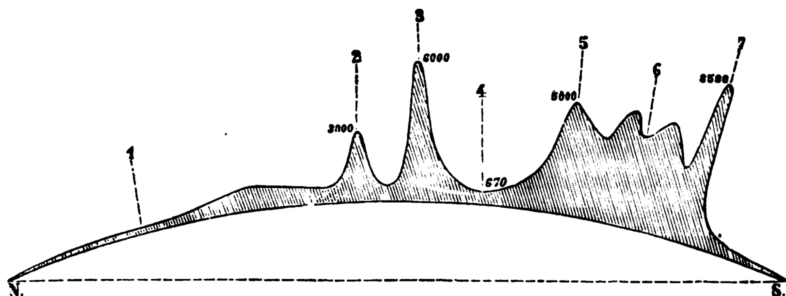


Fig. 114. — Sezione da N. a S. attraverso l'Asia (de Lapparent).
1, Siberia; 2, Altai; 3, Tian Cian; 4, Lob Nor; 5, Cuen Lun; 6, Tibet; 7, Chincingianga (Imalaia).

Alcune di tali sezioni sono schematicamente rappresentate dalle figure 113, 114, 115, 116, 117 e 118, e dallo studio di esse possiamo dedurre che i rilievi terrestri non occupano quasi mai la parte centrale dei continenti, ma si addensano lungo gli orli delle cavità oceaniche o dei bassipiani continentali, presentando altitudini che sono in un certo rapporto coll'estensione e profondità delle zone depresse.

Queste deduzioni ci dimostrano quanto fosse impropria a rappresentare la morfologia della terra la metafora dell'*ossatura del globo*, che colle rassomiglianze delle spine dorsali, delle vertebre, ecc., conduceva ad immaginare il continente attraversato nel senso della sua maggior lunghezza da un rilievo terrestre; e come non meno artifi-

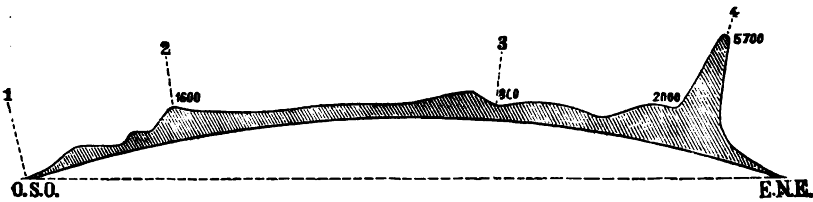


Fig. 115. — Sezione da O.S-O a E.N-E attraverso l'Africa (de Lapparent).
1, Benguela; 2, Monti Mossamba; 3, Lago Tanganica; 4, Chilimangiaro.

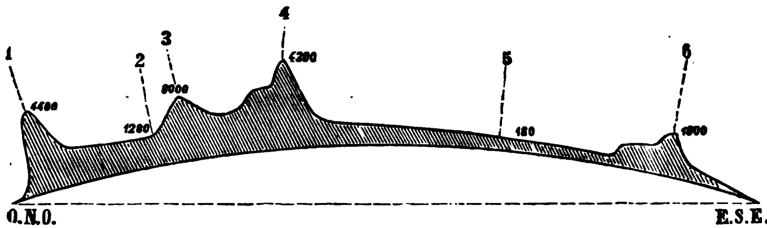


Fig. 116. — Sezione da O.N.-O. a E.S.-E. attraverso l'America settentrionale (de Lapparent).
1, Monte Shasta; 2, Gran Lago Salato; 3, Union Peak;
4, Longs Peak (Montagne Rocciose); 5, Missisipi a St.-Louis; 6, Monti Appalacchiani.

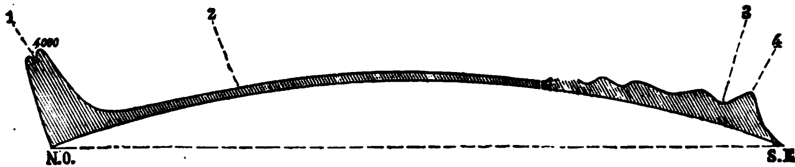


Fig. 117. — Sezione da N.-O. a S.-E. attraverso l'America meridionale (de Lapparent).
1, Catena delle Ande della Colombia; 2, Fiume delle Amazzoni;
3, Fiume San Francisco; 4, Sierra Timba.

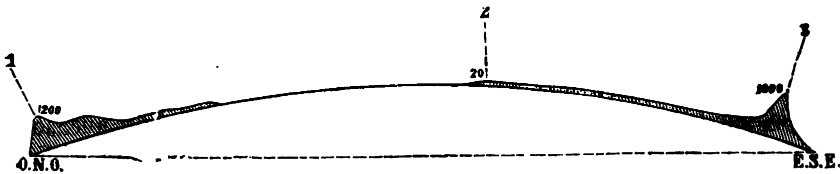


Fig. 118. — Sezione da O.N.-O. a E.S.-E. attraverso l'Australia (de Lapparent).
1, Monte Augustus; 2, Lago Eyre; 3, Monte Sea Wiew.

cioso fosse il concetto della *charpente du globe* e della *teoria idrografica*, che foggiava i continenti a tetto od a piramide, mentre la loro forma tipica predominante è quella di una o più zone relativamente depresse, racchiuse tra orli rialzati, ossia la configurazione a conca.

Se si procedesse all'esame morfologico delle cavità oceaniche, facendo delle sezioni simili a quelle tracciate per i rilievi positivi, si giungerebbe a risultati analoghi, ed allora coordinando tutte queste deduzioni alla legge di assimetria dei rilievi, si possono formulare le seguenti proposizioni, riflettenti la distribuzione dei rilievi sulla superficie terrestre:

1°) *I rilievi terrestri e le maggiori depressioni oceaniche non corrispondono in generale alla parte mediana, rispettivamente delle terre emerse e degli oceani.*

2°) *I rilievi terrestri si allineano in genere sui margini dei bacini marittimi, o delle grandi zone continentali, relativamente depresse.*

3°) *I maggiori rilievi corrispondono generalmente alle maggiori depressioni.*

4°) *Il fianco più ripido di un rilievo trova la sua continuazione nel fianco più ripido della depressione.*

5°) *I continenti sono generalmente costituiti di una successione di regioni pianeggianti, separate le une dalle altre e dal mare per mezzo di rilievi montani* (1).

Il Dana ha sintetizzato la parte principale del contenuto delle esposte proposizioni in una legge geografica così formulata: *I continenti hanno generalmente le coste montuose e l'interno depresso in forma di uno o più bacini, separati da catene intermedie. Il margine più elevato corrisponde al maggiore oceano* (2).

Questa legge è con grande evidenza provata dalla struttura orografica del continente americano (figg. 116, 117), dove l'altitudine media dei rilievi orientali stà all'ampiezza dell'Atlantico, come l'altitudine media dei rilievi occidentali all'ampiezza media del Pacifico, e le ampiezze delle parti settentrionale e meridionale di questo oceano, sono in un rapporto paragonabile a quello esistente fra l'altitudine delle Sierre di California e della catena Andina. La legge stessa sembrerebbe invece inapplicabile ad altri continenti e specialmente all'Asia, ove manca l'orlo costiero settentrionale, ed all'Europa, per le anomalie presentate dai Pirenei, dalle Alpi, dal Caucaso e dagli Urali; ma si può facilmente dimostrare l'applicabilità della legge anche a questi continenti, considerandoli nelle condizioni del

---

(1) Queste proposizioni trovansi, più o meno completamente formulate, nelle opere seguenti:

PESCHEL, *Neue Probleme* ecc. già cit. (cnfr. pag. 85).

CREDNER, *Elemente der Geologie.* Leipzig, 1872 (cnfr. pag. 14).

GUYOT, *Géographie physique comparée*, già cit. (cfr. pag. 61 e seg.).

(2) DANA, *Manual of Geologie*, già cit. (cnfr. pag. 23).

loro primitivo delineamento, quando cioè il mare copriva le parti attualmente rappresentate da zone continentali di maggior depressione relativa. Sostituendo cioè al concetto restrittivo di oceano, quello di zona di relativa depressione, si vede come detta legge possa diventare di generale applicazione.

Appoggiandosi a questa legge e riferendosi alle due leggi morfologiche del parallelismo dei rilievi e della loro assimetria, si può pertanto addivenire alla formola generale del rilievo terrestre, che è stata così espressa dal de Lapparent (1):

Ogni grande linea di rilievo, emersa o no, è una cresta saliente formata dall'intersezione di due versanti inegualmente inclinati; il più ripido scende verso una grande depressione, generalmente occupata dal mare, il meno ripido si abbassa sotto forma di ondulazioni successive verso una depressione meno accentuata, che generalmente è continentale. Il piede del versante più ripido è la cresta in incavo di una intersezione, inversa della prima, di cui la scarpa a pendìo più dolce rimonta verso le regioni di media profondità dell'oceano.

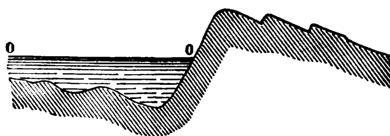


Fig. 119. — Diagramma del rilievo terrestre (de Lapparent).

Questa legge, che può graficamente rappresentarsi colla fig. 119, vale a dare un'idea della configurazione generale altimetrica della terra. Da essa si vede quanto la teoria delle pressioni laterali sia atta a spiegare tale configurazione, poichè il profilo della figura citata è precisamente quello che può assumere una materia di un certo spessore e di una certa flessibilità, lateralmente compressa, e con ciò si ha una nuova prova della capitale importanza che assume, nello studio del terreno, il principio della genesi, potendosi per mezzo di esso acquistare quell'idea sintetica della sua morfologia, intorno alla quale facile riesce lo sviluppare la sua descrizione particolareggiata.

(1) De Lapparent, *Traité de géologie*, già cit. (cnfr. Livre I, *Morphologie terrestre*, pag. 79).

III. — INFLUENZA DELLE FORME DEL TERRENO NELLE OPERAZIONI DI GUERRA

1. Apprezzamento militare di un elemento geografico. — Nell'introduzione a questi nostri studi noi abbiamo dimostrato l'importanza dell'influenza generale degli elementi geografici sulle operazioni di guerra; si tratta ora di determinare tale influenza, per quanto riflette le forme del terreno.

Lo studio dell'influenza di un elemento geografico sulle operazioni di guerra consiste nell'apprezzamento militare del valore di esso elemento; è perciò necessario anzitutto precisare il concetto del valore di un elemento geografico dal punto di vista militare.

Un elemento geografico, considerato nei suoi rapporti colle operazioni di guerra, può avere un valore assoluto ed uno relativo. Il primo risulta dalle condizioni intrinseche dell'elemento; il secondo dipende dalla sua giacitura nel campo della lotta, dalle sue relazioni con altri elementi geografici, dal suo orientamento rispetto alla direzione dell'azione militare ed è anche subordinato all'intensità di tale azione. Lo studio del valore relativo non potrà perciò farsi in teoria che entro certi limiti, oltre i quali, dovendosi introdurre dati riflettenti le forze, si entra nel campo della geografia militare applicata.

Noi qui, dovendo determinare teoricamente le funzioni degli elementi geografici nelle operazioni di guerra, ci limiteremo alla considerazione del loro valore assoluto e di quello relativo, in quanto esso può dipendere dalla loro giacitura ed orientamento nel teatro delle operazioni.

Iniziando questo studio coll'esame dell'influenza delle forme del terreno nelle operazioni di guerra, ricordiamo che nel classificare tali forme noi le raggruppammo intorno a due tipi generali: *terreno pianeggiante* e *terreno montuoso*, e ciò in base al principio fondamentale della guerra, quello cioè dell'azione in massa. A questa classificazione noi dovremo adunque attenerci nei nostri apprezzamenti militari.

2. Terreno pianeggiante. — I terreni pianeggianti costituiscono generalmente le zone più atte allo sviluppo delle grandi operazioni di guerra. Ciò non vuol dire che essi non presentino ostacoli allo sviluppo di tali operazioni, ma detti ostacoli, più che nelle forme del terreno, sono da ricercarsi in altri elementi geografici, quali i corsi d'acqua naturali ed artificiali, i laghi, le paludi, il rivestimento vegetale, ecc. Come pure i vantaggi che i terreni pianeggianti pre-

sentano allo sviluppo delle grandi operazioni militari non consistono tanto nella grande praticabilità tattica del terreno, dipendente dalla sua configurazione, quanto nelle buone condizioni logistiche riflettenti altri elementi geografici, ed inerenti cioè alla ricchezza della rete stradale, alle condizioni climatologiche, alla frequenza di abitati, alla fertilità del suolo ed in genere alle abbondanti risorse. Da tutto ciò deriva che nell'apprezzamento militare dei terreni pianeggianti poca importanza hanno le forme del terreno, e tale apprezzamento risulta invece dalla somma degli apprezzamenti di tutti gli altri elementi geografici ora indicati, che verranno singolarmente esaminati in seguito. Il che ci consiglia di riferire l'apprezzamento militare dei terreni pianeggianti a quello complessivo delle regioni geografiche, analogamente a quanto già abbiamo fatto per la classificazione dei bassipiani, che rinviammo allo studio delle regioni geografiche.

3. **Terreno montuoso.** — I terreni montuosi, considerati nel loro complesso e nel loro valore assoluto, possono ritenersi in massima le zone meno atte alle operazioni della grande guerra, ossia alle operazioni condotte con grandi masse e con colpi rapidi e decisivi.

Tale loro minore attitudine dipende principalmente:

1°) dall'asperità delle forme del terreno;

2°) dalle speciali condizioni di clima;

3°) da particolari condizioni antropogeografiche e specialmente dalla scarsezza di comunicazioni, di abitati e di risorse.

Limitandoci per ora alla considerazione delle forme, si può dire che il valore assoluto del terreno montuoso dipenderà dalla configurazione planimetrica ed altimetrica complessiva dei rilievi, e da quella particolare delle loro montagne, delle loro valli e dei loro valichi, i quali fatti si collegano, come si è visto, direttamente od indirettamente ai fenomeni di genesi ed alla natura dei terreni.

Per apprezzare il valore complessivo relativo del terreno montuoso è necessario anzitutto considerare le sue masse in rapporto alla loro giacitura ed al loro orientamento, rispetto alla direzione delle operazioni.

Una massa montana situata nell'interno di una regione e disposta parallelamente alla direttrice delle operazioni, funziona come elemento separatore, e potrà, a seconda dei diversi casi e dei suoi caratteri di asperità, dar luogo alla divisione del *teatro di guerra* in *teatri* e *scacchieri d'operazione* (1).

Per esempio, la massa delle Alpi orientali ha nelle campagne

---

(1) Teatro di guerra (franc. *théâtre de la guerre;* ted. *Kriegstheater;* ingl. *war theatre*). — L'insieme delle regioni terrestri e marittime nelle quali possono svilupparsi le operazioni di guerra. — Esempio: Nella guerra austro-italo-

napoleoniche del 1800, 1805 e 1809 funzionato come elemento separatore del campo della lotta in due teatri d'operazione: Po-Danubio e Reno-Danubio, nei quali le masse operavano senza alcun collegamento. La regione montana dell'Appennino centrale, considerata rispetto ad operazioni svolgentisi secondo l'asse della penisola, divide il teatro d'operazione dell'Italia centrale in due scacchieri: il tirrenico e l'adriatico, nei quali le masse, pur procedendo con più o meno diretto collegamento verso uno stesso obbiettivo, manovrano con indirizzi propri, dipendentemente dalle diverse condizioni geografiche delle due regioni.

Quando invece la massa montana, sempre disposta parallelamente alla direzione delle operazioni, sorgesse lungo un margine della regione, essa potrà funzionare come appoggio d'ala per ambedue gli eserciti operanti, e la sua importanza sarà tanto maggiore, quanto più prossima alla linea di falda si svilupperà la direttrice principale delle operazioni e quanto maggiore sarà la possibilità di sostenere o far cadere, mediante il suo appoggio, le principali linee strategiche della pianura.

Una massa montana disposta normalmente alla direzione delle operazioni, qualunque sia la sua posizione nella regione, potrà costituire una *linea di difesa strategica* (1), od anche funzionare da *base d'operazione* (2), quando nell'interno di essa si trovino località atte

---

prussiana del 1866, il teatro di guerra era tutto il territorio dei tre Stati belligeranti, più tutto il mare libero.

TEATRO D'OPERAZIONE (franc. *théâtre des opérations;* ted. *Kriegsoperationsschauplatz;* ingl. *theatre of operation*). — Quella parte del teatro di guerra, dove effettivamente si sviluppano le operazioni. — Esempio: Nella guerra austro-italo-prussiana del 1866 si hanno due teatri d'operazione: l'austro-prussiano in Boemia, e l'austro-italiano nella valle del Po.

SCACCHIERE (franc. *région stratégique;* ted. *Operationsfeld;* ingl. *field of operation*, oppure *strategical region*). — Quella parte del teatro d'operazione nella quale le operazioni dei belligeranti si svolgono con un determinato indirizzo, dipendente dalle condizioni geografiche della regione. — Esempio: Nel teatro delle prime operazioni tra Francia ed Italia, si possono distinguere tre scacchieri: l'alpino, il padano, e quello della valle del Rodano. Dicesi anche *scacchiere d'operazione*, o *scacchiere strategico.*

(1) LINEA DI DIFESA STRATEGICA (franc. *ligne de défense stratégique;* ted. *strategische Vertheidigungslinie;* ingl. *strategical defence line*). — Linea d'ostacolo naturale, generalmente rafforzata dall'arte, o serie di punti fortificati, coprente lo schieramento strategico di un esercito, una base di operazione, una zona di territorio, ecc. Quando questa linea riunisce i distaccamenti avanzati dalla difesa, prende il nome di *linea di difesa avanzata.*

(2) BASE D'OPERAZIONE (franc. *base d'opérations;* ted. *Operations basis*, oppure *Kriegsbasis;* ingl. *base of operation*). — Territorio organizzato quale zona di

alla radunata delle truppe, quando essa sia ben collegata coll'interno del paese, abbia facili sbocchi in avanti, e non troppo difficili e limitate siano le sue linee di collegamento.

Dalle accennate relazioni risulta l'importanza che ha nello studio strategico di una regione la determinazione della direzione dei rilievi montani, la quale, come si è visto, non può esser data, in modo positivo e reale, che dallo studio delle linee tettoniche del terreno.

Venendo ora all'apprezzamento degli elementi costitutivi del terreno montano, ricordiamo che in esso abbiamo distinto le parti relativamente elevate: *montagne*, e le parti relativamente depresse: *valli* e *valichi*.

La montagna racchiude in sè il concetto complesso del dominio, concetto che ha grande importanza e particolare prestigio nelle operazioni di guerra, per i vantaggi che il dominio offre sia rispetto ai movimenti, sia rispetto all'impiego del fuoco, sia infine rispetto alla vista. Questi vantaggi però si manifestano piuttosto nel campo tattico, che non nello strategico e logistico, e si riferiscono ad essi solo per il fatto che, se non si è padroni delle alture, non si può muovere nelle valli sottostanti, le quali rappresentano le zone dove più specialmente si svolgono le operazioni strategiche e logistiche. Questa limitazione non va però intesa in senso assoluto, poichè se essa vale per molte regioni montuose, in altre le dorsali ed i fianchi dei rilievi presentano sufficiente praticabilità da permettere lungo essi lo sviluppo delle operazioni; ed in altre ancora, formate di terreni franosi, le dorsali e non il fondo delle valli costituiscono le zone di maggior praticabilità, e perciò segnano le linee seguite dalle operazioni militari. Da ciò l'importanza dello studio complessivo delle forme

---

radunata delle forze, quale elemento di appoggio alle loro operazioni, e quale luogo di raccolta dei rifornimenti occorrenti per l'esercito e di sgombro di tutto quanto gli è d'impedimento. — Esempio: La Lombardia e l'Emilia per l'esercito italiano nella campagna del 1866.

La facilità delle comunicazioni, specialmente ferroviarie, estende oggidì il concetto della base d'operazione a tutto il territorio dello Stato; ma in prossimità di ogni frontiera vi sono generalmente zone di territorio, ove, per ragioni di comodità e di sicurezza, maggiormente si addensano i rifornimenti per l'esercito operante.

In ordine alla loro importanza ed alla loro successione, le basi di operazione si distinguono in *principali* ed in *secondarie*.

In ordine alla configurazione planimetrica dell'elemento geografico che ne costituisce la fronte, possono distinguersi in *basi semplici* o *ad un sol lato*, *basi doppie* o *a due lati*, e queste in *salienti* o *rientranti*.

In ordine all'orientamento reciproco, le fronti delle basi d'operazione dei due eserciti avversari possono distinguersi in *parallele* e *perpendicolari*.

della montagna e di quello particolare delle linee di vetta e dei suoi fianchi, le quali forme, come si è visto, dipendono dai fenomeni di genesi e dalla natura del terreno.

Tuttavia si può ritenere che nella pluralità dei casi la valle è l'elemento della zona montana che ha maggior importanza strategica, logistica ed anche tattica, e nello studio delle sue funzioni militari, conviene specialmente considerarla rispetto alle sue forme, alle sue dimensioni ed alla sua direzione.

Rispetto alla forma, inspirandoci ai criteri genetici, abbiamo distinto le valli in *tettoniche* e d'*erosione*, ed abbiamo suddiviso le prime in *valli di sollevamento, di corrugamento o piegamento, di lacerazione o spaccatura*, e *di frattura*. Queste classificazioni valgono a darci un'idea delle diverse forme che la valle presenta e sopratutto delle condizioni di pendenza dei suoi fianchi; esse potranno quindi servirci di guida nell'apprezzamento militare, dipendendo specialmente dalle forme e pendenza dei fianchi la possibilità di manovra lungo gli stessi, o la necessità di tenersi sul fondo della valle o sopra le dorsali della montagna.

Rispetto alle dimensioni le valli possono distinguersi in spaziose e ristrette, ed in lunghe e brevi. In generale le valli spaziose sono le più favorevoli all'offensiva, per le migliori condizioni logistiche e le minori difficoltà tattiche; per ragioni inverse le anguste favoriscono invece la difensiva. Così pure le valli lunghe, protraendo la durata della crisi dell'operazione di passaggio di una regione montuosa, e le valli brevi accorciando la durata di tale crisi, saranno più favorevoli rispettivamente pel difensore e per l'attaccante. In riassunto si può dire che quanto più una valle è lunga ed angusta, tanto più vantaggiosa sarà per la difensiva, sotto il duplice aspetto delle condizioni logistiche dell'attaccante e delle proprie condizioni tattiche.

Rispetto alla direzione riferita alle linee direttrici generali del rilievo, noi abbiamo distinto le valli in *longitudinali* e *trasversali*. Le prime, quando si sviluppano nel senso delle operazioni, offrono per lo più condizioni favorevoli alla difensiva, sia perchè generalmente sono le più lunghe di un sistema montano, sia perchè, essendo valli tettoniche, presentano in massima forme di fianchi tali, da permettere di manovrare lungo gli stessi contro il nemico percorrente il fondo della valle. Quando invece le valli longitudinali si sviluppano in senso normale alle operazioni, funzionano come *linee di spostamento o di arroccamento* (1) per il partito che le occupa. Qui bisogna però distin-

(1) ARROCCAMENTO (franc. *navette;* ted. *Rokade-linie;* ingl. *line of connexion*). — Ogni comunicazione sensibilmente parallela alla fronte strategica e collegante i diversi punti di una linea di schieramento, di più linee di operazione o di più

guere due diversi casi, risultanti dalle relazioni della valle longitudinale, occupata da un partito, colle valli occupate dall'altro partito, che saranno pure longitudinali, o trasversali.

Nel primo caso la difensiva può con spostamenti alimentare la resistenza ai diversi valichi, e l'offensiva minacciare lo sbocco da tutti i valichi e quindi scegliere il più opportuno; perciò, per quanto l'offensiva abbia sempre il vantaggio dell'iniziativa, si può dire che in questo caso i due partiti si equilibrano, ed a stabilire una differenza, concorreranno altre circostanze di terreno, che sempre diversificano anche due elementi geografici simili. Nel caso di valle longitudinale comunicante con valli trasversali, le condizioni dei due partiti sono invece assai diverse, poichè il partito occupante la valle longitudinale, sia esso attaccante o difensore, ha la possibilità di manovrare riunito contro le forze necessariamente separate dell'avversario manovrante per valli trasversali. Un'applicazione del primo caso può trovarsi nelle alte valli dell'Adda e dell'Inn; il secondo caso è con evidenza rappresentato dalla corrispondenza della valle longitudinale della Durance colle valli trasversali italiane della Stura, Maira, Vraita, Po, Pellice, Germagnasca, Chisone e Dora Riparia.

Le valli trasversali segnano il più breve cammino attraverso le regioni montane e saranno perciò quelle preferite dall'attaccante, il quale è in ciò favorito dai criteri economici che informano il tracciamento delle grandi vie di comunicazione, perchè le grandi arterie stradali tendono a seguire le linee più brevi, ossia a svilupparsi secondo valli trasversali.

Veniamo ora ad esaminare il valore relativo delle valli, considerandole nei loro reciproci rapporti di direzione e nel loro orientamento rispetto alla direzione delle operazioni, argomento nel quale siamo già parzialmente entrati testè, parlando delle valli longitudinali.

Due o più valli, considerate nella loro reciproca direzione, potranno essere fra di loro parallele, convergenti o divergenti.

Le valli parallele, considerate rispetto alla direzione delle operazioni, potranno essere ad essa perpendicolari o parallele.

Nel primo caso i rilievi, che separano le diverse valli, presentano successive linee di difesa, per lo più obbliganti l'attacco all'azione frontale, poichè con siffatta disposizione e specie di terreno, gli aggiramenti riescono difficili e lunghi.

---

comunicazioni di una stessa linea d'operazione. Voce usata preferibilmente nella guerra di montagna (v. Mar. BERWICK, *Mémoires de Berwick*, 1778; Gen. KUHN, *La guerra di montagna* (trad. italiana). Torino 1872). — Esempio: La linea: Martigny (Rodano), col Tête noire, valle dell'Arve, depressione di Megève, valle dell'Arly, Grésivaudan, valle del Drac, Gapençais, valle del Varo; la quale collega tutte le linee di operazione fra il bassopiano padano e quello del Rodano.

Nel secondo caso si avrà la divisione della regione in zone d'operazione, con separazione più o meno sentita delle forze operanti. E qui è generalmente la difesa quella che trovasi in condizioni più svantaggiose, essendo essa obbligata a guardare tutte le valli, a meno che non voglia ridursi in piano, per manovrare per linee interne contro gli sbocchi. L'offensiva ha invece libertà di scelta delle zone d'operazione; ma la mole degli eserciti odierni, obbligandoli ad operare per più linee, limita tale libertà, impone la separazione delle forze e diminuisce il vantaggio del tenere il nemico incerto sulla direzione della propria massa.

Le valli convergenti sono generalmente favorevoli all'offensiva, perchè tendono a diminuire gradatamente la separazione delle colonne operanti, col procedere di esse verso gli sbocchi; oltre a ciò permettono molte volte di affacciarsi a questi con fronte avviluppante. Per contrapposto la difesa situata davanti agli sbocchi, ha, con siffatta disposizione, facilità di manovra per linee interne contro di essi.

Le valli divergenti imprimono alle operazioni carattere di separazione sempre crescente, col procedere verso gli sbocchi. Qui le forze dell'attaccante sono condotte alla dispersione, ma anche la difesa, situata in piano, trova minor facilità di manovra per linee interne contro gli sbocchi, stante le grandi distanze che li separano.

Speciale importanza possono assumere le zone delle testate di più valli divergenti (*valli irradianti*), poichè nell'offensiva danno facoltà di manovrare tenendo il nemico in apprensione su di una cerchia molto ampia e di sboccare quindi nella direzione più vantaggiosa; nella difensiva offrono un centro d'irradiamento della propria azione, dal quale si può facilmente fronteggiare il nemico, da qualunque parte esso si presenti. Molte volte queste zone delle testate di vall divergenti sono costituite da impervi massicci montani, che non possono costituire nè obbiettivi, nè soggettivi di operazioni militari (esempio: il Monte Rosa); ma talvolta queste zone sono relativamente praticabili, offrono colle testate di una o più valli, foggiate a conca, spazi per grossi concentramenti di truppe, e per mezzo di comodi e frequenti valichi, permettono di manovrare nelle direzioni delle diverse valli (esempio: la conca di Andermatt, nella regione del Gottardo).

Strategicamente parlando una valle montana, anche spaziosa, rappresenta sempre una stretta, poichè le truppe in essa impegnate hanno fronte d'operazione limitata; ma oltre a ciò in una valle vi sono sempre punti di ristringimento, che rappresentano la stretta nel senso tattico, ossia punti che dalla loro configurazione ritraggono una particolare importanza tattica. Molte volte la stretta può essere aperta in uno stesso rilievo dall'azione dell'erosione o dalla dislocazione, o più generalmente da ambedue; in questi casi essa presenta

la configurazione tipica della valle di chiusa, a fianchi ripidi, e sul cui fondo scorre il torrente e trova appena posto la strada, spesso intagliata nella roccia. A tali strette si annette l'idea della difesa passiva, fatta con poche truppe solidamente appoggiate ai fianchi dirupati ed impraticabili della montagna.

Altre volte le strette sono costituite dal protendersi nell'interno della valle di uno o due speroni dei fianchi; dal sorgere sul fondo di poggi isolati, o di cumuli di detriti alluvionali o morenici; dall'esistenza di formazioni di trasporto, quali conoidi di deiezione o depositi morenici, in corrispondenza degli sbocchi di una valle laterale o di due valli laterali contrapposte ecc. Nel primo caso, quando gli speroni sono praticabili, e quasi sempre negli altri casi, alla stretta che ne risulta, si associa l'idea della difesa manovrata, non basata cioè sull'elemento passivo del terreno, ma su azioni controffensive.

Tutte queste forme di terreno sorgenti sul fondo delle valli, anche quando non determinano delle vere strette, hanno, specialmente nelle valli a versanti impraticabili, grande importanza, poichè costituiscono i soli punti atti alla loro difesa attiva; quando poi sorgono in corrispondenza di valli laterali, offrono al difensore la possibilità di una resistenza ad oltranza e di una ritirata laterale con presa di posizione, minacciante il fianco dell'avversario, che si disponesse a procedere lungo la valle principale (vedasi l'esempio citato a pag. 96). E qui si noti come la nozione dei fenomeni, che diedero origine o che mutarono la configurazione di tali forme del terreno, varrà a far prevedere od a far rilevare le condizioni ch'esse presentano all'azione tattica.

Altri elementi importantissimi nello studio militare di una valle sono i terrazzi di montagna, i quali tracciano le principali linee di manovra e segnano le più importanti posizioni tattiche dei suoi fianchi.

Infine un punto della valle, che merita di esser preso in particolare considerazione, è il suo sbocco in altra valle o nel piano.

Un esercito numeroso per attraversare una zona montana è obbligato a servirsi di un certo numero di strade e perciò, sboccando in piano, viene a trovarsi colla sua massa divisa in tante parti, quanti sono gli sbocchi delle valli percorse. Ad apprezzare una tale situazione conviene tener conto dei seguenti dati:

1°) numero degli sbocchi, dal quale dipende la possibilità di diminuire la profondità delle singole colonne, e quindi di spiegarle in tempo utile;

2°) distanze fra gli sbocchi, dalle quali dipende la possibilità o l'impossibilità del mutuo appoggio tattico fra le colonne sboccanti;

3°) condizioni tattiche dei singoli sbocchi, e condizioni logistiche e tattiche della pianura, dalle quali dipende la possibilità per la difesa della manovra per linee interne.

A quest'ultimo riguardo giova notare che la manovra per linee interne sarà possibile fino a quando il nemico non possegga tutti gli sbocchi, ma una volta che esso sia padrone della linea degli sbocchi e le sue masse possano ad un ordine dato procedere nel piano, la manovra per linee interne diventa sempre più di difficile attuazione, a meno che nella pianura esistano elementi difensivi tali, da permettere di arrestare la marcia di alcune colonne nemiche, per far massa contro le altre. La manovra per linee interne è infatti subordinata alla condizione del tempo necessario per battere separatamente le frazioni del nemico; venendo meno tale condizione, la massa centrale corre il pericolo di essere avviluppata dalle masse nemiche convergenti su di essa (1).

Tra le forme di terreno che trovansi agli sbocchi delle valli, rivestono particolare interesse gli anfiteatri morenici. Questo interesse, come notammo, è per noi reso ancora maggiore dalla speciale importanza che hanno gli anfiteatri morenici nella valle padana, come posizioni di sbocco e come appoggi d'ala delle linee di difesa, rappresentate dagli affluenti di sinistra del Po. La configurazione di questi anfiteatri e le forme particolari dei loro elementi imprimono al combattimento, che in essi si dovesse svolgere, speciali caratteri, i quali potranno esser facilmente rilevati da chi avrà la mente e l'occhio predisposti ad afferrare le linee principali della topografia di quelle regioni, per lo più assai confusa ed intralciata (2).

Agli anfiteatri morenici protendentisi nel piano, si connettono i pianori collinosi degli sbocchi delle valli, i terrazzi fluviali, ecc., ossia tutti quei rilievi che sorgono sulla pianura, dove assumono una particolare importanza, per la mancanza o la scarsità di considerevoli appigli tattici.

---

(1) Queste considerazioni trovano la loro sanzione nei risultati delle campagne del 1813, 1814 e 1866 in Boemia; consultinsi a questo riguardo le interessanti riflessioni accompagnanti lo studio di tali campagne in Barone, *1813; 1814; 1866 in Boemia.* Torino, in corso di pubblicazione.

Per l'applicazione di questo concetto alla nostra azione difensiva in pianura, verso la frontiera occidentale, vedasi Perrucchetti, *Dal Ticino al Rodano.* Torino 1878.

(2) Intorno all'influenza degli anfiteatri morenici sulle operazioni militari vedasi il pregevole studio di Albricci, *L'Anfiteatro morenico del lago di Garda.* Rivista militare, 1897. In esso è ben messa in evidenza la speciale fisonomia che il combattimento può assumere in una regione morenica, a seconda che le truppe chiamate a combattervi prendono fronte di schieramento seguendo l'andamento delle cerchie collinose, o con direzione più o meno normale ad esse. E le considerazioni fatte sono confortate con esempi tratti dalla battaglia di Solferino e San Martino, e da quella di Custoza del 1866.

Allo studio delle valli si è associato quello dei valichi, e quindi all'apprezzamento militare delle prime, deve connettersi quello dei secondi.

I valichi, come già si è notato, costituiscono nella zona montana un elemento importantissimo, quale è quello segnante i limiti della sua praticabilità, che è il dato maggiormente interessante lo studio militare del terreno. L'influenza che i valichi possono esercitare sull'andamento delle operazioni di guerra, dipende specialmente dalla loro distribuzione e dalle loro forme.

Lo studio della distribuzione dei valichi di una regione serve a dare un'idea della sua praticabilità strategica e logistica, e dà quindi modo di farsi un concetto preliminare e sintetico dell'andamento che potranno assumere le operazioni; il quale concetto costituisce un'utile premessa a qualsiasi studio analitico di operazioni, specialmente in terreno montano.

La distribuzione dei valichi si rileva dalle carte, ed in mancanza di buone carte o nell'assoluta deficienza di esse, la ricerca della posizione dei valichi può essere facilitata dalla conoscenza dell'andamento delle linee tettoniche, della natura dei terreni, e dall'applicazione delle così dette leggi di Hüber (v. pag. 183).

Le forme dei valichi interessano più particolarmente l'azione tattica; e per il loro apprezzamento possono valere le osservazioni testè fatte intorno ai punti di ristringimento delle valli, coi quali presentano analogia di configurazione.

Altre simili considerazioni potrebbero farsi, qualora si volesse estendere l'apprezzamento militare a tutte quelle altre forme di terreno, che siamo venuti esaminando nei precedenti capitoli. Quanto si è esposto pare però possa bastare per mettere in evidenza le principali relazioni tra le forme del terreno e le operazioni di guerra, per dimostrare la costante influenza che quelle esercitano su queste, e per far constatare i vantaggi, che dalle nozioni riflettenti la genesi delle forme e la natura dei terreni, si possono ricavare nella ricerca di tali relazioni e nella determinazione di tale influenza.

APPENDICE

Cenni sommari descrittivi intorno alle principali rocce tipiche (1).

I. — ROCCE DI EMERSIONE

A) Rocce plutoniche

1. Granito. — Nome caratterizzante la struttura a grani della roccia.

Il granito comune è costituito di tre elementi: feldspato ortose (silicato di alluminio e di potassio; cristalli appena traslucidi, sfaldabili), quarzo (biossido di silicio; cristalli a lucentezza vitrea), mica (silicato di alluminio, magnesio e calcio; scaglie brillanti). I tre elementi, insieme saldati, formano un aggregato cristallino.

Il predominio, la mancanza od il mutare di qualche componente, danno luogo a numerose varietà, fra le quali possono notarsi:

a) *Il granito ghiandone od occhiatino*, con grossi grani (ghiande) di feldspato, sparsi nella massa.

b) *Il granito talcoso o cloritifero*, nel quale alla mica si associa il talco o la clorite. Abbondando tali elementi, la roccia chiamasi *protogino* (primo generato), nome derivato dalla supposizione che tale roccia fosse la più antica di tutte.

c) *Il granito amfibolico*, nel quale scarseggia o manca il quarzo ed alla mica si associa l'amfibolo (silicato di magnesio, calcio, ferro; scagliette nere, lucenti). Abbondando l'amfibolo, la roccia fa passaggio alla *sienite* e alla *diorite*.

Il granito ha struttura compatta, cristallina, granulare; colore vario, bianco, gialliccio, rosso ecc., brizzolato di nero. È impermeabile all'acqua, ma questa vi penetra per le piccole screpolature o per i grandi crepacci, frequenti nella massa.

Trovasi il granito in grandi ammassi sotto forma di lenti o di elissoidi, spesso costituenti le parti culminanti dei rilievi, ed emergenti, per azione interna e per denudazione, attraverso il mantello delle rocce stratificate. Il granito incontrasi però anche sotto forme di filoni, vene ecc., iniettati fra le altre rocce.

Il modo di comportarsi del granito alla degradazione è assai diverso, dipendentemente dalla diversa azione su di esso esercitata dall'acqua, che della degradazione è il principale fattore. Quando l'acqua depositandosi sulle pareti della roccia agisce per via chimica, allora i cristalli di feldspato, a contatto dell'acido carbonico dell'acqua, rammolliscono trasformandosi in terra argillosa biancastra (caolino),

(1) Questi cenni non sono un riassunto di litologia descrittiva, bensì un complesso di indicazioni intorno ad alcune rocce tipiche, avente lo scopo di facilitarne il pratico riconoscimento e lo studio dei caratteri esterni delle loro grandi masse. I tipi vennero scelti esclusivamente con criteri geografici, tenendo cioè conto della loro diffusione od importanza geografica, fisica od antropica, nelle regioni della media Europa. Ciò valga a dar ragione della classificazione seguita, dell'esclusione di alcune rocce mineralogicamente importanti, e della diversa misura tenuta nella descrizione delle rocce indicate.

ed i cristalli di quarzo e le scaglie di mica rimangono sciolti. La roccia per tal modo si sgrana, e siccome tale sgranatura avviene più celeremente sugli spigoli, attaccati da due parti, che non sulle facce, i primi si smussano più rapidamente e le masse tendono ad assumere forme tondeggianti. Quando invece l'acqua penetra per mezzo dei crepacci nella roccia, e questa è soggetta ad alternanze di gelo e di sgelo, l'acqua agisce per via meccanica, producendo lo sfacelo irregolare della roccia, per cui risultano forme frastagliate.

I prodotti della demolizione delle rocce granitiche sono assai vari. Nel caso di disgregazione per via meccanica, abbiamo cumuli di rottami più o meno grossi, alterantisi a loro volta col tempo. Nel caso di disgregazione per via chimica, quando le pareti rocciose hanno sensibili inclinazioni, i cristalli di feldspato non totalmente caolinizzati, quelli di quarzo e le scagliette di mica, rimasti sciolti, cadono e formano terreni sabbiosi, molto permeabili, poco fecondi (in agronomia sono detti: *terre silicee* o *sabbiose* o *leggiere*), pur tuttavia aventi una certa attitudine alla vegetazione arborea ed alla viticultura; possono migliorare col tempo, per effetto della degradazione dei cristalli feldspatici, che conferisce loro elementi argillosi. Quando invece si tratta di pareti rocciose poco inclinate, i prodotti della degradazione rimangono sul posto e la roccia si trasforma fino ad una certa profondità in un terreno argilloso, che la presenza dei granuli di quarzo e di mica corregge con elementi silicei, e che costituisce perciò un buon terreno agricolo.

Il granito serve come ottimo materiale di costruzione, dà discreto brecciame stradale, ed è anche usato come materiale di ornamentazione.

Si trova il granito molto diffuso ovunque, formando esso l'ossatura dei principali rilievi terrestri. In Italia costituisce i più poderosi massicci alpini, quelli della Sila e di Aspromonte, i monti Peloritani, le montagne orientali della Sardegna, quelle della Corsica e di molte isole tirreniche.

Il granito è la roccia tipica di quel gruppo di rocce, che, per analogia di struttura e di aspetto, diconsi *rocce granitoidi*. Fra di esse notansi:

a) *la sienite*, granito ricco di amfibolo, generalmente mancante di quarzo.

b) *la diorite*, roccia analoga alla precedente, nella quale al feldspato ortose si sostituisce il feldspato plagioclasio.

c) i *gabbri*, rocce prevalentemente costituite di labradorite e pirosseni, di struttura granulo-cristallina a grossi elementi, di color scuro, spesso a zone. Fra i diversi tipi, l'*eufodite* (labradorite e diallaggio), notevole per la sua diffusione nelle Alpi occidentali e nell'Appennino centrale; trovasi spesso associata a rocce serpentinose. In Toscana colla parola *gabbri* soglionsi designare le rocce serpentinose ed altre verdi che le accompagnano; i terreni da esse costituiti diconsi *gabbreti*.

2. Peridotite o Lherzolite. — Nomi derivati dal minerale costituente (peridoto) e dal lago di Lherz nei Pirenei.

È roccia essenzialmente formata di peridoto od olivina (silicato di magnesio e di ferro). Ha struttura granulare e colore verde. Trovasi difficilmente inalterata in natura, e fra le sue trasformazioni interessa, per la sua diffusione nel nostro paese, la *serpentina* o *serpentino*, roccia così denominata per il suo colore verde screziato, simile a quello della pelle dei serpenti; è detta anche *ofiolite* (dal greco, *ophis* = serpente).

Questa roccia è essenzialmente formata dal minerale serpentino (idrosilicato

di magnesio), per lo più prodotto della trasformazione del peridoto od olivina per idratazione.

Ha struttura assai varia, talvolta compatta, tal'altra scistosa. Il suo colore dominante è il verde, che va dal verde chiaro al verde scuro, quasi nero. È impermeabile all'acqua, che vi penetra però, oltre che per i frequenti crepacci, per i piani di scistosità; le acque che l'attraversano si fanno magnesiache.

La serpentina trovasi in forma di grandi cupole, di estese lenti, di vene ecc.; talvolta anche in grossi banchi. Il diverso modo di giacitura ha dato luogo alla controversa interpretazione della sua origine, che alcuni ritengono plutonica, altri sedimentaria.

Questa roccia è molto resistente all'azione chimica dell'acqua, che lentamente la trasforma in poltiglia magnesiaca. Meccanicamente l'acqua agisce su di essa, oltre che come sulle altre rocce, lavorando fra i piani di scistosità; ne derivano considerevoli smantellamenti e sfaldamenti della roccia, che danno luogo spesso a dorsali molto pianeggianti.

Come prodotto di sfacelo della serpentina si hanno terre magnesiache, assai sterili.

È un mediocre materiale di costruzione, perchè fa poca presa col cemento ed ingiallisce all'aria; dà un ottimo brecciame stradale per la sua tenacità. Alcune sue varietà, suscettibili di levigatura, sono usate come materiale ornamentale.

Le rocce serpentinose sono assai diffuse e formano intiere montagne. In Italia trovasi in abbondanza nelle Alpi e specialmente sul versante interno delle occidentali, e nell'Appennino ligure, emiliano e toscano.

La serpentina presenta molte varietà (*serpentina bastitica*, *amfibolica*, *diallagica; oficalce*, *ofisilice; ecc.*), costituenti nel loro complesso il gruppo delle rocce serpentinose.

B) Rocce vulcaniche.

1. Rocce vulcaniche preterziarie. Porfido. — Nome derivato dal greco *porphyrites*, roccia rossa dell'Egitto.

È una lava antica di eruzioni precedenti l'èra terziaria (lava preterziaria).

Consta essenzialmente di feldspato ortose in pasta e di cristalli di varia natura, fra i quali predomina lo stesso feldspato.

Ha struttura caratteristica, detta *porfirica* o *porfiroide*, e rappresentata da una massa di struttura minutamente cristallina, cosparsa di cristalli. Il porfido tipico è di color rosso (*porfido rosso antico*, più propriamente *porfirite*); vi sono però porfidi di colore vario: verde, grigio scuro, nero ecc. Contiene talvolta cristalli di quarzo ben distinti e dicesi allora *porfido quarzifero*. Le varietà nelle quali abbonda l'olivina e il pirosseno sono da alcuni designate colla denominazione di *melafiri*, caratterizzati da colore nero verdastro, e dalla grande compattezza e tenacità.

Si presenta generalmente in ammassi, dicchi, filoni, vene, banchi, ecc.

Ha caratteri affini al granito, ma data la sua struttura e composizione, risente nella degradazione più fortemente del granito l'azione chimica dell'acqua, si argillifica cioè rapidamente e le sue forme risultano sempre molto arrotondate.

Il prodotto della sua demolizione dà terreni eminentemente argillosi, compatti, impermeabili (in agronomia sono detti: *terre argillose* o *forti* o *pesanti*); tali

terreni sono per loro natura sterili, ma sottoposti ad intenso lavoro, trattenendo i principii ingrassanti, sono suscettibili di forte produzione, specialmente in cereali.

Le varietà antiche del porfido servono come materiali d'ornamento, le varietà recenti danno un mediocre materiale di costruzione.

Il porfido non è molto diffuso in Europa. In Italia lo si trova sparso qua e là in grandi isole nelle Alpi centrali, e specialmente intorno al lago di Lugano, nel Trentino ed in Sardegna.

2. Rocce vulcaniche terziarie e posterziarie compatte. — Quelle che sono state eruttate durante o dopo l'èra terziaria; le attuali sono abitualmente designate semplicemente col nome di lave. Possono distinguersi in due grandi classi, che si raggruppano intorno alle due rocce tipiche sottoindicate:

a) *Trachite.* Nome derivato dalla parola greca *trachòs* = ruvido.

Consta essenzialmente di feldspato sanidino, ossia feldspato vitreo con mica, augite ecc.

La trachite tipica è la sanidinica, ma vi sono molte varietà dipendenti dalla struttura, dalla presenza di altri minerali o dalla sostituzione di altri feldspati al sanidinico. Fra le molte varietà si notano:

α) la *trachite quarzifera* o *liparite*, che presenta varietà scoriacee, vetrose ecc.

β) la *trachite fonolitica* o *fonolite* (pietra sonora), con attitudine a fendersi in lastre sonore.

γ) la *trachite vetrosa* od *ossidiana*, caratteristica per l'aspetto vitreo e la frattura concoidale.

δ) la *trachite pomice*, molto scoriacea.

La trachite ha generalmente struttura porosa, minutamente cristallina, superficie di frattura scabrosa, colore bianco sporco o grigio.

Si presenta in forma di cupole, domi, campane, colate, espandimenti, filoni, vene, dicchi ecc. I suoi ammassi sono spesso caratterizzati dalla suddivisione in colonne prismatiche, per l'attitudine che ha questa roccia a contrarsi nel raffreddamento.

Facilmente attaccabile dall'azione chimica dell'acqua, si caolinizza rapidamente; le sue masse tendono perciò a forme tondeggianti, che caratterizzano i rilievi vulcanici.

Dà per sfacelo terreni argillosi, di buona produzione.

Le trachiti compatte servono come materiale di costruzione e specialmente di pavimentazione, la fonolite usasi per tegole, l'ossidiana per oggetti d'ornamento e presso le popolazioni selvaggie per armi da taglio, le pomici per politura di materiali diversi.

Trovasi in tutte le regioni vulcaniche; in Italia è diffusa nel Vicentino, nel Lazio, nella Campania, in Sicilia ed in Sardegna.

Alla trachite corrispondono le attuali lave sanidiniche ed ortosiche, comunemente dette *lave bianche.*

b) *Basalte* o *Basalto.* Nome derivato dal vocabolo etiopico *basal*, che significa roccia di durezza e colore uguale al ferro.

È costituito essenzialmente di feldspato plagioclasio (silicato di alluminio, sodio e calcio; grani vetrosi) ed augite (silicato complesso di alluminio, magnesio, calcio, ferro ecc.; cristalli minutissimi neri).

Ha molte varietà, dipendenti dalla struttura e dalle proporzioni di augite o dall'aggiunta di altri minerali.

È roccia generalmente molto compatta, di color nero o grigio cupo, tendente talvolta al rosso scuro. Impermeabile all'acqua, ma attraversata da essa per i frequenti crepacci.

Ha giacitura analoga a quella della trachite; presenta frequentemente il fenomeno della suddivisione in masse di prismi a base pentagonale od esagonale (*basaltizzazione*).

Risente come la trachite fortemente l'azione chimica dell'acqua ed assume forme molto tondeggianti di domi o campane.

Dà per sfacelo terriccio argilloso, ricco di ferro (*pozzolana rossa* o *giallastra*), non molto atto alla coltivazione.

È un materiale di costruzione che si altera facilmente; i suoi detriti assoggettati a cottura danno buoni cementi idraulici.

Ha la stessa distribuzione geografica della trachite.

I basalti delle attuali eruzioni sono rappresentati dalle lave basaltiche, comunemente dette *lave nere*.

3. Rocce vulcaniche detritiche (clastiche o frammentarie). — Rappresentate dai prodotti detritici delle eruzioni vulcaniche. Si distinguono in *incoerenti* e *cementate*.

a) *Rocce vulcaniche detritiche incoerenti*, presentansi sotto forma di *sabbie*, di *ceneri* e di *lapilli*.

α) *Sabbie e ceneri*, detriti finissimi di lava, esplosi dal vulcano nel primo periodo di eruzione; le sabbie possono anche risultare dalla disgregazione delle lave. Hanno colore generalmente nerastro, rossastro, giallastro; disposizione stratificata; risentono fortemente l'azione disgregatrice delle acque; danno terre feconde e sono usate come materiale da cementazione. Fra le sabbie è molto diffusa nel Lazio e nella Campania la *pozzolana*, proveniente dalla disgregazione delle lave basaltiche.

β) *Lapilli*, frammenti più o meno grossi di lava, di colore per lo più nero, ed offrenti pel resto caratteri analoghi alle precedenti.

Tutti questi materiali rinvengonsi nei distretti vulcanici.

b) *Rocce vulcaniche detritiche cementate*, sono i prodotti della cementazione dei materiali precedenti.

I principali tipi di tali rocce sono i *tufi vulcanici* e le *brecce vulcaniche;* i primi distinguonsi per la caratteristica pastosità, le seconde per la tipica struttura ad elementi angolosi; una varietà di queste ultime, molto diffusa nella regione vulcanica del Lazio, è il *peperino*.

Queste rocce trovansi a masse stratiformi; risentono fortemente l'azione erosiva delle acque e presentano forme profondamente incise. Danno per sfacelo le sabbie vulcaniche.

I tufi e le brecce vulcaniche costituiscono un materiale di costruzione non molto resistente, ma facilmente lavorabile.

Anche queste rocce rinvengonsi in tutti i distretti vulcanici.

II. — ROCCE DI SEDIMENTO

A) Rocce semplici.

Rocce calcari, rocce carbonifere, gesso, anidrite, salgemma, quarzite, ecc. — Di queste solo le prime due hanno grande estensione e quindi interesse per gli studi geografici.

1. Rocce calcari. — Sono essenzialmente costituite di carbonato di calcio.

Rispetto alla genesi distinguonsi in calcari minerogeni ed in calcari zoogeni. I primi sono dovuti a sedimentazioni operate dalle acque contenenti in soluzione il bicarbonato di calcio, che per effetto dell'evaporazione si trasforma in carbonato di calcio insolubile e si deposita. I secondi sono il prodotto di accumulo di animali o vegetali, che assorbono il bicarbonato di calcio contenuto nelle acque marine, lo segregano nel loro organismo, formando involucri, che si depositano sul fondo del mare.

a) Calcare comune, è una roccia compatta, di color bianco, giallo, grigio, raramente scuro. Sarebbe per sua natura impermeabile all'acqua, ma essa vi penetra abbondantemente in conseguenza del fessuramento, frequentissimo in queste rocce, e le acque che le attraversano diventano calcaree. Spesso queste rocce hanno frequenti cavità interne, prodotte dall'erosione chimica delle acque, ed allora diconsi *calcari cavernosi* o *cariati*.

La giacitura tipica di questa roccia è a banchi. Essa risente fortemente l'azione della degradazione chimica delle acque, scioglienti il carbonato di calcio, e siccome tale azione si manifesta più intensamente sulle facce, dove l'acqua può soffermarsi, che non sugli spigoli, così le prime tendono sempre più ad incavarsi ed i secondi ad acuirsi. Questo fatto unitamente ad altri, e cioè che nei corrugamenti di strati calcari potenti e compatti le masse si spezzano facilmente, e che la roccia calcare può per la sua compattezza reggere a forti inclinazioni, dà luogo a forme tipiche tabulari, tozze, di altipiani, talora terminanti a balza tutto all'intorno, tal'altra ripidi da una parte e dolcemente inclinati dall'altra, a seconda che la rottura della massa sollevata avvenne da una sola parte o da tutti i lati. La natura più o meno cristallina del calcare, la maggiore o minore compattezza della roccia, la maggiore o minore potenza e quindi rigidità degli strati, può dar luogo ad una serie di forme diverse, varianti dalle linee di cresta frastagliate, dai pendii a ripide balze, proprie delle masse rocciose di calcari cristallini o compatti, alle dorsali tondeggianti, alle cime a cupola, ai fianchi ricolmi, alle forme miti, comuni nei calcari teneri, marnosi od argillosi.

Fra le molte varietà dei calcari notiamo le seguenti:

b) Calcare argilloso e *calcare marnoso*, nei quali al carbonato di calcio si uniscono rispettivamente elementi argillosi o marnosi; sono molto diffusi nella regione appenninica.

c) Creta, calcare bianco, terroso, prodotto da deposito di spoglie organiche microscopiche.

d) Calcare madreporico, *coralligeno*, *conchigliare*, *ecc.*, calcari dovuti allo accumulo di residui di organismi marini.

e) *Calcare stalattitico* e *stalagmitico*, formati da azione di deposito di acque filtranti attraverso le volte od il suolo delle caverne.

f) *Tufo calcare*, prodotto di fenomeni d'incrostazione delle acque dolci. A questa varietà appartiene il *travertino*, noto per la sua diffusione nell'Italia centrale e per le sue ottime qualità come materiale di costruzione, per la sua facile lavorazione e per la sua resistenza alla degradazione, come è provato dallo stato di conservazione degli antichi monumenti di Roma.

g) *Calcare dolomitico* (*Dolomia*), roccia risultante dalla mescolanza di carbonato di calcio con carbonato doppio di magnesio e calcio (dolomite). Ha struttura cristallina, colore biancastro e presenta forme ancora più frastagliate di quelle dei calcari cristallini (v. più avanti: *Calcari cristallini*).

Le rocce calcari danno per sfacelo terre atte allo sviluppo della vegetazione erbacea, purchè irrigate, essendo l'acqua elemento indispensabile per impedire l'essiccazione della vegetazione su questa roccia, che si riscalda con grande facilità.

I calcari costituiscono ottimi materiali di costruzione, di cementazione e per la manutenzione delle strade.

Le rocce calcari hanno grandissima diffusione specialmente nei terreni secondari. In Italia il calcare comune è abbondantemente rappresentato nella zona prealpina lombarda e veneta, e forma l'ossatura dell'Appennino centrale; i calcari dolomitici sono molto diffusi nelle Alpi venete e tirolesi.

2. Rocce carbonifere:

a) *Torba:* prodotto di incompleta carbonizzazione di erbe, specialmente appartenenti alla famiglia degli sfagni. Ha colore giallo, bruno, nero; struttura spugnosa, muschiosa, fogliacea. È disposta in banchi e formasi nelle zone acquitrinose con condizioni di temperatura poco elevata (in media da 8° a 12°). Assai diffusa nelle pianure settentrionali dell'Europa centrale; in Italia trovasi in alcune conche della regione alpina ed appenninica, nelle valli intermoreniche, nelle zone vallive e lagunari dell'Adriatico e nei delta del Po, dell'Arno e del Tevere. Serve come combustibile e come lettiera nelle stalle.

b) *Lignite:* deriva dall'incompleta carbonizzazione di vegetazione arborea. Ha struttura compatta, fibrosa, frequentemente legnosa; color bruno o nero. Giace in letti, strati, lenti ecc.; generalmente nei terreni terziari. In Italia costituisce il solo combustibile fossile; i maggiori depositi lignitiferi trovansi al passo di Cadibona, in Val di Magra, in Val d'Arno, in Calabria ed in Sardegna. Serve come ottimo combustibile.

c) *Litantrace:* è una lignite con processo di carbonizzazione più completo. Presenta caratteri analoghi alla lignite, ma compattezza maggiore e struttura vegetale riconoscibile solamente al microscopio. È il combustibile fossile più diffuso e più profittevole all'industria; sottoposto a distillazione dà il gaz illuminante, e, come residuo, il coke ed altri prodotti idrocarburati. Trovasi nei terreni del carbonifero; manca in Italia.

d) *Antracite*: è roccia contenente per lo più da 90 a 95 % di carbonio, con materie fisse diverse (silice, argilla, ossido di ferro), in quantità maggiori che non nelle altre rocce carbonifere. Ha struttura compatta, talvolta scistosa; colore grigio-bruno o nero, aspetto semimetallico, lucente e talora iridescente. Non brucia che col sussidio di energica ventilazione. Serve come generatore di calore in forni speciali. Trovasi nei terreni più antichi del carbonifero, in letti, banchi,

strati ecc. Molto diffusa in Pensilvania, in Russia, in Inghilterra; in Italia se ne hanno tracce nella valle d'Aosta, nella valle della Stura di Demonte, in Liguria, in Toscana, nell'isola d'Elba ed in Sardegna.

B) ROCCE COMPOSTE (CLASTICHE O FRAMMENTARIE).

1. Rocce composte incoerenti. — Sono rappresentate da materiali terrosi, quali il *caolino*, prodotto dell'alterazione delle rocce feldspatiche; ma più frequentemente da materiali arenacei come le *sabbie* e le *ghiaie*, costituite dai detriti derivanti dalla disgregazione delle rocce.

Le sabbie distinguonsi dalle ghiaie per le minori dimensioni degli elementi; ambedue si suddividono in monogeniche e poligeniche, a seconda che sono formate di detriti della stessa roccia o di rocce diverse, e vengono, in base agli elementi predominanti, caratterizzate cogli appellativi di *silicee*, *calcari* (*calcarifere*), *argillose* (*argillifere*), *ferrose* (*ferrifere*), *aurifere*, *ecc.* Le sabbie più diffuse sono però le silicee, tanto che le designazioni di sabbioso e siliceo vengono spesso adoperate come sinonime.

La struttura di queste rocce è frammentaria, a granelli arrotondati, finissimi nelle sabbie, di grossezza media nelle ghiaie; hanno colore variabile; grande permeabilità alle acque, alquanto ridotta quando contengono elementi argillosi.

Queste rocce sono sempre disposte a strati, risentono fortemente l'azione erosiva dell'acqua, e per la loro incoerenza scoscendono facilmente, cosicchè i rilievi risultano di forme dolci ed appiattite.

Le sabbie costituiscono *terre leggere*, atte, come si è detto, alla vegetazione arborea ed alla viticoltura. Le ghiaie danno terreni disadatti alla coltivazione.

Tanto le sabbie quanto le ghiaie servono come materiale da cementazione, le ultime anche come materiale per manutenzione stradale, presentando qualità diverse in dipendenza della diversa natura.

Queste rocce trovansi nei terreni di deposito recente.

2. Rocce composte coerenti (cementate). — Sono il prodotto della cementazione di materiali detritici e distinguonsi in:

a) *Conglomerati:* rocce risultanti dalla cementazione di materiali di forme e dimensioni diverse; in esse la cementazione è generalmente imperfetta.

b) *Puddinghe* (dall'inglese *pudding* = intingolo): conglomerati costituiti di elementi tondeggianti e di dimensioni poco diverse; la cementazione è qui perfetta ed assai compatta.

c) *Arenarie:* conglomerati di elementi finissimi, quali le sabbie, con cementazione di resistenza diversa, dipendentemente dalla natura della sostanza cementante.

d) *Brecce:* conglomerati di elementi angolosi, quali possono risultare dalla cementazione di materiali franati e non rotolati dalle acque correnti, o da rocce squassatesi e rimaste sul posto; hanno pure resistenza variante colla natura della cementazione.

Tutte queste rocce si distinguono pure in monogeniche o poligeniche, a seconda che sono costituite di elementi della stessa roccia o di rocce diverse; prendono però anche nome dalla sostanza cementante, che può essere silicea, calcare, argillosa, ferrosa, bituminosa ecc. Le tre prime sono le più comuni ed hanno resistenza

decrescente dalla silicea all'argillosa; raramente però le cementazioni sono di una sola sostanza; per lo più risultano di diversi elementi e diconsi miste.

Oltre queste distinzioni generali, si hanno per alcune specie di puddinghe, particolari denominazioni, quali: *ceppo* in Lombardia, *gomfolite* (dal greco, *gomphos* = chiodo e *lithos* = pietra) in Toscana, *Nagelflue* (dal ted. testa di chiodo) in Germania. Così pure alcune specie di arenarie assumono nomi particolari, quali: *molassa*, *molera* in Lombardia, *macigno*, *pietra serena*, *pietra forte* in Toscana, ecc.

I caratteri di queste rocce dipendono in gran parte da quelli degli elementi costituenti; in genere hanno compattezza relativamente minima nei conglomerati e massima nelle puddinghe, e perciò permeabilità relativamente massima nei primi e minima nelle seconde. Si presentano sempre con giacitura stratificata. Risentono fortemente l'azione erosiva dell'acqua e presentano sempre rilievi con pareti fortemente sgretolate. Danno per sfacelo ghiaie o sabbie.

Le qualità più compatte servono come materiale di costruzione, mediocre e grossolano coi conglomerati, migliore colle arenarie, ottimo colle puddinghe e colle brecce, suscettibili spesso di bella levigatura.

Trovansi nei terreni di deposito, e le varietà più compatte corrispondono generalmente a profondità maggiori ed a formazioni più antiche. Le arenarie sono molto diffuse in Italia, specialmente nei terreni terziari, costituenti le zone subappenniniche, dove sono distinte col nome di *sabbie gialle*, per l'aspetto giallastro, dipendente dalla miscela con elementi argillosi.

e) *Argille:* rocce che possono ascriversi alla classe delle composte coerenti, perchè risultanti dalla cementazione di minuti detriti di materiali rocciosi, con predominio di elementi alluminosi.

Le rocce argillose presentano molte varietà distinguibili o dagli elementi costituenti (*argilla sabbiosa*, *calcare*, *ferruginosa*, *ecc.*), o dal colore (*argilla bianca*, *ocracea*, *azzurrognola*, *ecc.*), o da speciali caratteri fisici (*argilla plastica*, *scagliosa*, *ecc.*).

Le diverse varietà hanno caratteri loro propri, ma in massima l'argilla è una roccia di aspetto terroso, che s'imbeve d'acqua senza lasciarla passare, si gonfia e si spacca; aumentando l'acqua, la roccia si spappola; essiccandosi si polverizza.

Trovasi in grandi depositi stratificati, ed i rilievi formati da questa roccia assumono forme appiattite, a fianchi lavinanti, appunto per la tendenza che essa ha di scivolare, se impastata d'acqua.

Le argille danno per sfacelo le *terre forti*, di cui già si è parlato.

Servono specialmente per la fabbrica dei laterizi.

Trovansi nei terreni sedimentari, specialmente terziari; sono abbondantissime nell'Appennino.

f) *Marne:* aggiungendosi all'argilla una certa quantità di calce, si ha la *marna*, i di cui caratteri rassomigliano molto a quelli dell'argilla.

III. — ROCCE METAMORFICHE

1. Gneiss. — Ha la stessa composizione del granito, ma struttura meno massiccia e molte volte scistosa. È da molti ritenuto come roccia metamorfica. Lo gneiss distinguesi in più o meno antico, in ordine all'epoca della sua formazione; generalmente il più antico è ricco di feldspato ed ha struttura granulare; il meno antico ha struttura più fina, spesso scistosa, è più quarzoso e più ricco di minerali svariati. Tra le molte varietà che questa roccia presenta, meritano specialmente d'essere conosciute le due seguenti:

a) *Gneiss granitoide, profondo, antico,* che per la sua composizione e struttura si approssima al granito, in modo che spesso può con esso confondersi. Così lo *gneiss porfiroide*, altrimenti detto *serizzo ghiandone*, ha caratteri pressochè identici del granito ghiandone od occhiatino.

b) *Gneiss scistoso*, del quale è noto il tipo volgarmente detto *beola*, di struttura scistosa e suscettibile di divisione in lastre sottili, secondo i piani di scistosità.

I gneiss si comportano alla degradazione come i graniti; tuttavia presentano una maggior resistenza alla degradazione per sgranatura, stante la maggior compattezza che ha la roccia, per la regolare disposizione dei suoi elementi, e viceversa risentono più fortemente l'azione meccanica dell'acqua, agente, oltre che attraverso i numerosi crepacci, anche fra i piani di scistosità e di stratificazione.

Per le attitudini alla vegetazione dei prodotti di sfacelo della roccia, come pure per i suoi usi, valga quanto si è detto, a questo riguardo, pel granito.

Lo gneiss è molto diffuso in Italia, dove forma col granito i principali massicci alpini, quelli della Sila e di Aspromonte, i monti Peloritani, le montagne orientali della Sardegna, quelle della Corsica e di molte isole tirreniche.

2. Calcari cristallini: sono quelle rocce calcari di varia origine, che per azione di metamorfismo hanno assunto struttura saccaroidea, più o meno cristallina.

Presentano caratteri simili a quelli delle rocce calcari d'origine. Assumono però forme loro proprie e cioè: linee di cresta fortemente frastagliate, per effetto dell'intenso lavoro dell'acqua agente attraverso i numerosi crepacci ed i frequenti piani di clivaggio; fianchi a balza; e falde costituite da dolci piani detritici, che si formano col disgregarsi delle pareti della roccia.

Queste rocce sono suscettibili di bellissima levigatura, per cui costituiscono ottime pietre ornamentali, che chiamansi comunemente *marmi*. Sono queste rocce molto diffuse nelle Alpi, ove formano la zona del *trias alpino*, che ricompare nelle Apuane e nei monti della Calabria e della Sicilia occidentale.

3. Scisti cristallini: sono quelle rocce scistose, che, per azione di metamorfismo, hanno assunto gradatamente maggior compattezza e struttura cristallina, più o meno accentuata.

A seconda dei diversi elementi costituenti si hanno numerose varietà: *argilloscisti, micascisti, talcoscisti, calcescisti* ecc.

Tutte queste varietà presentano caratteri analoghi: superficie liscia pellucida; colore variabile grigiastro, verdiccio, rossiccio; grande sfaldabilità nel senso della scistosità ecc. Si presentano in strati, spesso molto contorti.

Risentono fortemente l'azione dell'acqua agente fra i piani di scistosità, che tende a smantellare la cresta, a smussare le sporgenze dei fianchi, ed in genere a sfasciare la roccia. Da ciò derivano forme caratteristiche a linee di vetta pianeggianti, a fianchi intramezzati da pianori, nonchè frequenza di facili valichi.

Le terre derivanti dallo sfacelo di queste rocce saranno argillose, silicee, magnesiache, calcari ecc., a seconda che corrispondono a scisti argillosi, micacei, talcosi, calcari ecc.

In massima servono come materiale tegolare.

Sono queste rocce assai diffuse nella zona alpina, dove in unione alle rocce peridotitiche (serpentinose), amfiboliche, sienitiche, dioritiche ed ai gneiss scistosi, costituiscono un mantello ricoprente le masse gneissiche e granitiche. Il Gastaldi ha raggruppate tutte queste rocce sotto la denominazione di *pietre verdi* per il predominio in esse di elementi silico-magnesiaci dalle tinte verdognole; altri applica a questa classe di rocce l'appellativo di *scisti cristallini*, perchè indipendentemente dalla loro costituzione mineralogica, si distinguono per i loro caratteri di scistosità e cristallinità.

FONTI E NOTA BIBLIOGRAFICA

per lo studio del terreno.

Le principali fonti per gli studi geografici sono rappresentate dalle pubblicazioni ufficiali degli Stati.

Presso tutti gli Stati civili esistono oggidì organi incaricati della raccolta, dell'elaborazione e della diffusione di tutti quegli elementi, che possono interessare la conoscenza geografica dei rispettivi paesi.

Per quanto più propriamente riflette lo studio del terreno, tali organi sono nel nostro paese:

1°) Il *R. Istituto geografico militare* (1) (Firenze) (dipendenza Ministero della guerra);

---

(1) VALLE, *L'Istituto topografico militare italiano nel quadriennio* 1873-76. Rivista militare italiana, ottobre, novembre, dicembre 1877.

C. MARSELLI, *Il progresso dei lavori geodetici in Italia.* Rivista di topografia e catasto, luglio 1888.

IDEM, *I lavori topografici dell'Istituto geografico militare*, ibid., agosto 1888.

IDEM, *Varii metodi usati all'Istituto geografico militare per la riproduzione dei disegni*, ibid., novembre 1888.

IDEM, *I lavori cartografici dell'Istituto geografico militare*, ibid., aprile 1890.

C. PORRO, *L'Istituto geografico militare.* Geografia per tutti, novembre 1891.

VIGANÒ, *Relazione del rappresentante il Ministero della guerra al consiglio superiore dei lavori geodetici dello Stato sui lavori dell'Istituto geografico militare.* Rivista d'artiglieria e genio, Vol. III, 1892.

SOCIETÀ GEOGRAFICA ITALIANA, *Atti del I Congresso geografico italiano tenuto in Genova dal* 18 *al* 25 *settembre* 1892. Genova 1894, Vol. II, Parte I: *Progressi fatti negli ultimi tempi dalla cartografia nei varii Stati d'Europa e più specialmente in Italia.* Relazione del Ten. Colonnello del genio A. BOTTO (cnfr. Cap. VIII, *Italia*, pag. 236 e seguenti).

IDEM, *Atti del II Congresso geografico italiano tenuto in Roma dal* 22 *al* 27 *settembre* 1895. *Lo stato dei lavori che si eseguono nell'Istituto geografico militare per la carta d'Italia, ed i metodi seguiti per formarla.* Conferenza del Ten. generale B. DE BENEDICTIS.

FABRIS, *Le carte dell'Istituto geografico militare.* Rivista geografica italiana, maggio 1894.

BERTELLI, *Lo studio del terreno e delle carte topografiche.* Torino 1895 (cnfr. Cap. II, *Vari metodi di riproduzione delle carte* e Cap. IV, *Carte moderne*).

G. MARINELLI, *La Terra*, Vol. IV: *L'Italia.* Milano, in corso di pubblicazione. In quest'opera, al Cap. II: *L'Italia nella storia della geografia*, sono compendiati i dati principali relativi al materiale geografico italiano; a pag. 37 e seg. vi è un

2°) L'*Ufficio idrografico della R. Marina* (1) (Genova) (dip. Ministero della marina);

3°) Il *R. Ufficio geologico* (2) (Roma) (dip. Ministero di agricoltura, industria e commercio).

4°) La *Direzione generale della statistica* (3) (Roma) (dip. come sopra).

5°) Le *Direzioni generali di ponti e strade, opere idrauliche ecc.* (4) (Roma) (dip. Ministero dei lavori pubblici).

Non sarebbe possibile il dare con poche parole un'idea dell'opera grandiosa effettuata da questi istituti; rimandando per questo alle pubblicazioni indicate in nota, ci limitiamo qui a riportare l'apprezzamento che un illustre geografo tedesco, il Fischer (5), fa di tale opera:

---

riassunto dell'opera dei diversi Istituti cartografici degli antichi Stati e dell'attuale Istituto geografico militare. Più innanzi al Cap. VI: *Idrografia marittima e continentale*, trovansi notizie sulla cartografia nautica e sull'Ufficio idrografico della R. Marina. Il tutto corredato con numerose indicazioni delle fonti dalle quali i dati vennero ricavati.

R. Istituto geografico militare, *Catalogo delle carte e libri pubblicati dal R. Istituto geografico militare.* Firenze, ottobre 1896.

(1) G. Marinelli, *L'Ufficio idrografico della R. Marina.* Rivista geografica italiana, VII, VIII, 1894; contiene l'indicazione di altre fonti.

Società geografica italiana, *Atti del II Congresso* ecc., già cit. *Dei lavori idrografici e talassografici compiuti sotto gli auspici del R. Ufficio idrografico italiano.* Conferenza del Comandante Cassanello.

R. Ufficio idrografico, *Pubblicazioni dell'Ufficio idrografico della Regia Marina.* Genova, agosto 1896 (catalogo distribuito gratuitamente).

(2) R. Comitato geologico, *Bollettino del R. Comitato geologico.* Roma. Pubblicazione trimestrale; contiene in ogni fascicolo l'indicazione dei libri e carte pubblicate dal R. Ufficio geologico, ed annualmente la relazione dell'ispettore capo di detto ufficio sui lavori eseguiti nell'anno in corso e da eseguirsi nel seguente.

Società geografica italiana, *Atti del II Congresso* ecc., già cit. *Sulla formazione e pubblicazione della carta geologica del Regno.* Conferenza dell'ingegnere N. Pellati.

(3) X, *Dell'ordinamento degli uffici centrali di statistica in Italia e in alcuni altri Stati. Dei lavori che sono ad essi affidati e dei mezzi di cui dispongono.* Bulletin de l'Institut international de statistique. 3e, 4e livr. 1886 (cnfr. *Italia*, pag. 232 e seg.).

(4) Ministero dei lavori pubblici, *Cenni monografici sui singoli servizi:* I. *Relazione generale;* II. *Strade nazionali e provinciali sussidiate dallo Stato;* III. *Strade provinciali e comunali;* IV. *Strade ferrate;* V. *Fiumi;* VI. *Navigazione interna;* VII. *Concorsi idraulici;* VIII. *Bonificazioni;* IX. *Porti e fari;* X. *Edilità;* XI. *Poste;* XII. *Telegrafi.* Roma 1878.

Pasanisi, *La Carta idrografica del Regno.* Rivista geografica italiana. I. 1894.

(5) T. Fischer, *La penisola italiana. Saggio di corografia scientifica* (traduzione italiana di Novarese e Pasanisi). Torino, in corso di pubblicazione (cnfr. *Fonti della corografia scientifica dell'Italia*, pag. 13 e seg.).

« Il nuovo Regno, come del resto in tutti gli altri servizi pubblici, si trovò di fronte alla grave ed urgente necessità di mettere insieme un materiale cartografico esatto e a grande scala; di provvedere al rilievo geologico ed idrografico dello Stato; di accertare la consistenza effettiva della propria produzione e potenzialità agricola, mineraria, industriale e via dicendo. Dovette perciò sobbarcarsi alla difficile impresa d'investigare scientificamente il paese, onde provvedere anzitutto alla difesa nazionale e quindi ai più disparati scopi pratici ed economici, ed al progresso del benessere nazionale. Còmpito arduo se mai ve ne fu, ma che l'Italia ha il merito di aver compiuto, almeno in gran parte, in poco più di 25 anni. Ciò costituisce uno dei più puri titoli di gloria del giovane Stato e dei suoi governanti: e quantunque l'esecuzione abbia dato qua e là motivi di giuste lagnanze, pure il popolo italiano può compiacersi di quanto si è fatto ».

Presso quasi tutti gli altri Stati civili esistono organi simili a quelli sopra indicati per l'Italia, le pubblicazioni dei quali costituiscono le migliori fonti cui attingere per lo studio geografico del terreno dei corrispondenti paesi (1).

A complemento delle fonti ufficiali, si aggiunge una nota delle principali opere, dei più reputati manuali e delle più diffuse pubblicazioni periodiche.

Tale nota ha essenzialmente lo scopo di servire, nella scelta dei libri, di guida allo studioso il quale voglia estendere ed approfondire la propria cultura geografica. A rendergli più agevole tale scelta, si è perciò creduto opportuno di ripetere la citazione delle opere principali già indicate nelle note a piè di pagina, ommettendo quelle minori, o trattanti argomenti troppo particolari, delle quali si è fatto cenno, volta per volta, nelle note stesse.

Le opere furono distinte in generali e speciali, a seconda che comprendono lo studio di tutti o di buona parte degli elementi geografici, oppure si riferiscono più particolarmente od esclusivamente al terreno.

L'enumerazione delle opere venne fatta, come nella precedente nota bibliogra-

---

(1) Notizie sui lavori di tali organi trovansi nelle rispettive pubblicazioni periodiche, bollettini, cataloghi ecc. Riassunti di tali notizie si hanno:

a) per gli studi geografici in genere: nel *Geographisches Jahrbuch*, che pubblicasi annualmente a Gotha e che contiene i resoconti dei progressi di ogni ramo della scienza geografica nei principali Stati; nella più volte citata opera *La Terra* di G. Marinelli, ove trovasi in principio di ogni capitolo una copiosa indicazione di fonti.

b) per la cartografia, specialmente militare, oltre che nella relazione sopra indicata del Ten. Col. Botto al I Congresso geografico italiano, si consultino:

Schworella, *Kritischer Leitfaden der Kartographie.* Wien 1883.

Zaffauk, *Signaturen in-und ausländischer Plan-und Kartenwerke.* Wien 1889

De Schietere, *Étude sur la cartographie dans le passé et le présent.* Revue de l'armée belge, I, III, VI, 1895; IV, V, VI, 1896; I, 1897.

c) per la statistica, oltre che nella memoria sopra citata del *Bulletin de l'Institut international de statistique* (v. nota (3) a pag. prec.), si trovano dati sull'organizzazione del servizio statistico presso i diversi Stati nelle pubblicazioni seguenti:

Le 25e anniversaire de la Société de statistique de Paris. Paris 1886.

Walker, *Grundriss der Statistik der Staatenkunde.* Berlin 1889.

fica a pag. 19, in ordine approssimativamente cronologico di pubblicazione, ed esse furono distinte per lingua, essendo però stata la citazione delle opere straniere limitata alle lingue francese, tedesca ed inglese, come le più conosciute in Italia.

In questa nota bibliografica si è fatta la maggior parte possibile alle opere italiane ed a quelle straniere tradotte in italiano, essendo esse per la pluralità di più facile e comodo consulto. Per ragione analoga le opere straniere, delle quali era nota una traduzione in francese, vennero citate in quest'ultima lingua.

Alcune fra le opere citate, come ad esempio quelle del Kant, dell'Humboldt, del Ritter, del Reclus, dello Stoppani, del Boccardo ecc., non sono più completamente all'altezza degli attuali progressi della scienza, e sono in alcuni punti inesatte per generalizzazioni talvolta troppo affrettate, cosicchè vengono da molti messe in disparte, specialmente in questi nostri tempi di esagerate tendenze analitiche. Qui si è invece creduto conveniente di additare allo studioso anche tali opere, che malgrado i difetti suindicati, non cessano dall'essere magistrali per l'elevatezza dei concetti ai quali sono inspirate e per la genialità delle sintesi che le vivificano. La lettura di esse, fatta colle volute avvertenze, riuscirà sempre di grande vantaggio, elevando la mente dello studioso ed aprendogli dinnanzi orizzonti vasti ed inattesi.

Molte delle opere moderne citate, quali ad esempio quelle di Issel, Marinelli, Pasanisi, Günther, Supan, Wagner, gli *Handbuchër* del Ratzel ecc., contengono copiose indicazioni bibliografiche, che valgono a completare e ad estendere le presenti note.

I. — OPERE GENERALI.

KANT, *Geografia fisica* (trad. dal tedesco). Milano 1807.

MENEGHINI, *Lezioni orali di geografia fisica ad uso degli alunni del liceo militare*. Pisa 1851.

IDEM, *Lezioni di geografia fisica*. Pisa 1885.

HUMBOLDT, *Cosmos. Saggio di una descrizione fisica del globo* (traduzione dal tedesco). Venezia 1860.

BOCCARDO, *Fisica del globo. Spazi, climi e meteore*. Genova 1868.

SOMERVILLE, *Geografia fisica* (trad. dall'inglese). Firenze 1868.

MARSH, *L'uomo e la natura* (trad. dall'inglese). Firenze 1870.

ISSEL, *Istruzioni scientifiche per i viaggiatori*, Roma 1881.

HUGUES, *Corso di geografia fisica*. Torino 1882.

RICCI, *La terra e gli esseri terrestri*. Milano 1885.

NEUMAYR, *Storia della terra* (trad. dal tedesco di MOSCHEN). Torino 1896.

G. MARINELLI, *La Terra*. Milano, in corso di pubblicazione. Questa grandiosa opera, scritta da G. MARINELLI in unione ad altri scienziati italiani, consta di sette volumi. Il I e parte del II trattano di geografia generale, gli altri di geografia descrittiva.

Fra i manuali scolastici, nei quali si dà più o meno completo sviluppo all'esame degli elementi geografici, si notano specialmente quelli di BERTACCHI, FOGLIANI-ROGGERO, HUGUES, PASANISI, PORENA, POZZI-GAROLLO ; fra questi, quello di PASANISI, basato sulle migliori e più recenti fonti, specialmente tedesche, contiene copiose indicazioni bibliografiche.

Fra le principali pubblicazioni periodiche, escluse le ufficiali, si notano:

Bollettino e memorie della Società geografica italiana. Roma.

Bollettino della Società geologica italiana. Roma.

Rivista geografica italiana. Firenze.

L'Universo. Geografia per tutti. Milano.

Le comunicazioni di un collega. Rivista di geografia e storia. Cremona.

Rivista e Bollettino del Club alpino italiano. Torino.

In alto. Rivista della Società alpina friulana. Udine.

Alpi Giulie. Trieste.

MALTE-BRUN et LAVALLÉE, *Géographie universelle*: T. I. Liv. 2e: *Géographie mathématique*; Liv. 3e: *Géographie physique*; Liv. 4e: *Géographie politique*. Paris 1860.

RECLUS, *La Terre. Description des phénomènes de la vie du globe*. Paris 1870.

GUYOT, *Géographie physique comparée, considérée dans ses rapports avec l'histoire de l'humanité*. Paris 1888.

KALTBRUNNER, *Manuel pour le voyageur*. Zürich 1882.

PRIEM, *La terre, les mers et les continents. Géographie physique, géologie et minéralogie*. Paris 1892.

VAUCHEZ, *La terre. Évolution de la vie à sa surface*. Paris 1893.

DUBOIS et GUY, *Album géographique*. Paris, in corso di pubblicazione. È una collezione di figure e paesaggi illustranti gli elementi e le regioni geografiche.

Fra le pubblicazioni periodiche, escluse le ufficiali, meritano specialmente di essere consultate per studi di geografia generale: gli *Annales de Géographie*. Paris (pubblicazione bimestrale), la *Revue de Géographie*. Paris, il *Bulletin* e *Annuaire du Club Alpin français*, ecc.

RITTER, *Die Erdkunde im Verhältniss zur Natur und Geschichte des Menschen, oder allgemeine vergleichende Erdkunde*. Berlin 1832-49.

IDEM, *Einleitung zur allgemeinen vergleichenden Geographie*. Berlin 1852.

STUDER, *Lehrbuch der physischen Geographie und Geologie*. Chur und Leipzig 1843.

KAPP, *Philosophie der Erdkunde*. Braunschweig 1845.

IDEM, *Vergleichende allgemeine Erdkunde in wissenschaftlicher Darstellung*. Braunschweig 1868.

PESCHEL, *Neue Probleme der vergleichenden Erdkunde, als Versuch eine Morphologie der Erdoberfläche*. Leipzig 1869 u. 1878.

IDEM, *Abhandlungen zur Erd-und Völkerkunde*. Leipzig 1877-78-79.

SONKLAR, *Leitfaden für den Unterricht in der physikalischen Geographie*. Wien 1873.

KLÖDEN, *Handbuch der Erdkunde*. B. I: *Physische Geographie*. Berlin 1873-83.

LEITPOLDT, *Physische Geographie, nach den hinterlassenen Manuscripten Oscar Peschel's selbstständig bearbeitet und herausgegeben*. Leipzig 1880-81.

DANIEL, *Handbuch der Geographie*. B. I: *Allgemeine Geographie*. Leipzig 1881-82.

GÜNTHER, *Lehrbuch der Geophysik und physikalischen Geographie*. Stuttgart 1884. Una seconda edizione è in corso di pubblicazione.

v. RICHTHOFEN, *Führer für Forschungsreisende*. Berlin 1886.

HANN, v. HOCHSTETTER, POKORNY, *Allgemeine Erdkunde. Astronomische und physische Geographie, Geologie und Biologie*. Prag u. Leipzig 1886. È il primo volume della grandiosa opera diretta da A. KIRCHHOFF: *Unser Wissen von der Erde*, della quale sono stati pubblicati, oltre il volume citato, altri 3 contenenti la geografia descrittiva di tutte le regioni d'Europa. L'anzidetto primo volume, rifatto da HANN, BRÜCKNER e KIRCHHOFF, è in corso di pubblicazione in edizione a parte.

BÖLSCHE, *Entwickelungsgeschichte der Natur*. Neudamm 1894-96.

SUPAN, *Grundzüge der physischen Erdkunde*. Leipzig 1896.

RATZEL, *Bibliothek geographischer Handbücher*. Stuttgart. È una raccolta di manuali geografici, diretta dal RATZEL. Ciascun manuale si occupa dello studio di un elemento geografico.

La bibliografia tedesca è ricca di ottimi libri scolastici, quali quelli del LIPPERT, GEISTBECK, GUTHE, HERR, KLÖDEN, KIRCHHOFF, SONKLAR, SUPAN, SYDOW, WAGNER ecc.; di quest'ultimo, pregevolissimo, è in corso di pubblicazione la 6ª ediz. completamente rifatta (*Lehrbuch der Geographie* von HERMANN WAGNER. Hannover und Leipzig).

Utilissimi sussidi per la lettura delle opere di geografia suindicate, sono gli atlanti di geografia generale qui sotto segnati, che rappresentano quanto di meglio si possiede in questo genere:

STEINHAUSER, *Atlas der mathematisch-physikalischen Geographie*. Wien 1880.

SYDOW-WAGNER, *Metodischer Schul-Atlas*. Gotha 1890.

RICHTER, *Atlas für höhere Schulen*. Glogau 1891.

BERGHAUS, *Physikalischer Atlas*, Gotha 1892.

Fra le pubblicazioni periodiche, si notano, specialmente per la geografia fisica: l'annuario della Società fisica di Berlino (*Die Fortschritte der Physik*) e l'annuario del KLEIN (*Jahrbuch der Astronomie und Geophysik*, Leipzig); per tutti i rami della geografia, oltre il *Geographisches Jahrbuch* già citato, i seguenti principali:

Petermanns Mitteilungen. Gotha.

Geographische Zeitschrift. Leipzig.

Deutsche Rundschau für Geographie und Statistik. Wien.

Kettler's Zeitschrift für wissenschaftliche Geographie. Weimar.

Aus allen Weltteilen. Berlin.

Export. Berlin.

Globus (dal 1894 ha incorporato l'*Ausland*, che si pubblicava a Stuttgart), Braunschweig.

Deutsche geographische Blätter. Bremen.

A questi si aggiunga una serie di bollettini, riviste, memorie, annuari ecc., pubblicati dalle numerose società scientifiche di geografia e di materie affini, dall'Unione alpina tedesco-austriaca, dal Club alpino svizzero ecc. E tuttociò senza tener conto delle pubblicazioni geografiche ufficiali, che sono in Germania copiose e fra le quali si indicano solamente le due seguenti, come quelle che hanno più diretti rapporti cogli studi militari.

Registrande der geographisch-statistischen Abtheilung des grossen Generalstabes. Neues aus der Geographie, Kartographie und statistik Europa's und seiner Kolonien. Berlin. Pubblicazione cessata nel 1884.

Mitteilungen des k. k. militär-geographischen Institutes in Wien.

HERSCHEL, *Physical Geography.* Edinburgh 1861.

SHALER, *Aspect of the Earth.* New York 1889.

IDEM, *Sea and Land.* New York 1894.

HUXLEY, *Physiography.* New York 1891.

Fra i manuali scolastici, di cui pure è ricca la bibliografia inglese e che eccellono per concisione, chiarezza e praticità, sono molto raccomandabili i due seguenti, forse i più recenti:

MILL, *The Realm of Nature. An outline of Physiography.* London 1892.

RALPH S. TARR, *Elementary physical Geography.* New York 1896.

La bibliografia inglese conta un ottimo atlante di geografia scientifica generale, quello del IOHNSTON: *The physical Atlas of natural Phenomena.* Edinburgh and London 1884.

Fra le pubblicazioni periodiche, oltre le ufficiali e quelle delle numerose società geografiche e di scienze affini, dei clubs alpini ecc., si notano le seguenti:

The geographical Journal. London.

The Scottish geographical Magazin. Edinburgh.

Nature. London.

The national geographical Magazin. New York.

Science. New York.

II. — OPERE SPECIALI

BELLINI, *Del calore centrale della terra. Della teoria del sollevamento ed abbassamento dei continenti. Della formazione delle rocce e loro età, e dei cambiamenti di mare in terra e di terra in mare.* Napoli 1861.

STOPPANI, *Note ad un corso annuale di geologia.* Milano 1866.

IDEM, *Corso di geologia.* Milano 1871-74.

IDEM, *L'êra neozoica.* Milano 1871. Parte 2ª dell'opera *Geologia d'Italia* di NEGRI, STOPPANI e MERCALLI.

OMBONI, *Nozioni di storia naturale. Geologia.* Milano 1869.

GORINI, *Sull'origine dei vulcani.* Lodi 1871.

DE ROSSI, *La metereologia endogena.* Milano 1879.

ISSEL, *Le oscillazioni lente del suolo o bradisismi. Saggio di geologia storica.* Genova 1883.

IDEM, *Compendio di geologia.* Torino 1897. Contiene, al termine di molti capitoli, indicazioni bibliografiche. Alla fine del Vol. II vi è la bibliografia geologica dell'Italia, l'indicazione di molte opere di geologia descrittiva riflettenti altri paesi, e la nota delle principali pubblicazioni periodiche di geologia.

MERCALLI, *Vulcani e fenomeni vulcanici in Italia.* Milano 1883. Parte 3ª dell'opera: *Geologia d'Italia* di NEGRI, STOPPANI e MERCALLI.

GATTA, *Il Vulcanismo.* Milano 1884.

IDEM, *Sismologia terrestre.* Milano 1886.

BARETTI-VIRGILIO, *Sunto delle lezioni di geologia alla R. Università di Torino.* Torino 1884.

DE PRETTO, *Influenza dei sollevamenti e della degradazione delle montagne sullo sviluppo dei ghiacciai.* Milano 1888.

PORENA, *I monti secondo le dottrine dell'odierna scienza.* Roma 1892.

PORENA, *Della morfologia della superficie terrestre nella geografia e dei tipi di rilievo con la loro nomenclatura in italiano.* Roma 1896-97.

SUESS, *L'aspetto della terra* (trad. dal tedesco di VINASSA DE REGNY). Pisa 1894-97.

BERTELLI, *Lo studio del terreno e delle carte topografiche.* Torino 1895.

PARONA, *Il terreno. Nozioni di geologia dinamica, storica ed agricola.* Torino 1898.

Per scritti d'indole più specialmente militare, vedansi quelli del generale RIVA-PALAZZI, citati a pag. 26.

BURAT, *Géologie pratique.* Paris 1859.

LYELL, *Principes de géologie* (trad. dall'inglese). Paris 1873.

IDEM, *Éléments de géologie* (trad. dall'inglese). Paris 1864.

IDEM, *Abrégé des éléments de géologie* (trad. dall'inglese). Paris 1875.

PAGE et MEUNIER, *Géologie technologique.* Paris 1877.

CREDNER, *Traité de géologie et paléontologie* (trad. dal tedesco). Paris 1879.

DE LA NOË et DE MARGERIE, *Les formes du terrain.* Paris 1888.

DE MARGERIE et HEIM, *Les dislocations de l'écorce terrestre. Essai de définition et nomenclature.* Zurich 1888.

DAUBRÉE, *Études synthétiques de géologie expérimentale.* Paris 1889.

DE LAPPARENT, *Traité de géologie.* Paris 1893.

IDEM, *Abrégé de géologie.* Paris 1893.

IDEM, *Leçons de géographie physique.* Paris 1896.

IDEM, *Notions générales sur l'écorce terrestre.* Paris 1897.

SACCO, *Essai sur l'orogénie de la terre.* Turin 1895.

MEUNIER, *Nos terrains.* Paris, in corso di pubblicazione. Collezione di figure, con testo spiegativo, atte a mettere in evidenza i rapporti tra la natura del terreno ed i suoi caratteri geografici.

Per studi militari vedansi gli scritti di FERVEL, CLERC, NIOX, MARGA, citati a pag. 25, a questi aggiungasi quello recente del cap. PICARD: *L'évolution et les doctrines actuelles de la géographie physique. Leur application à la géographie et à la topographie militaires.* Paris 1897.

---

v. HOFF, *Geschichte der natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche.* Gotha 1833.

SONKLAR, *Allgemeine Orographie.* Wien 1873.

SUESS, *Die Entstehung der Alpen.* Wien 1875.

ZIEGLER, *Ueber das Verhältniss der Topographie zur Geologie.* Zürich 1876.

IDEM, *Ein geographischer Text zur geologischen Karte der Erde.* Schwabe 1882.

HEIM, *Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung im Anschluss an die geologische Monographie der Tödi-Windgällen-Gruppe.* Basel 1878.

GÜMBEL, *Grundzüge der Geologie.* Kassel 1888.

REYER, *Theoretische Geologie.* Stuttgart 1888.

DIENER, *Der Gebirgsbau der Westalpen.* Wien 1891.

LÖWL, *Die gebirgbildenden Felsarten. Eine Gesteinkunde für Geographen.* Stuttgart 1893.

KAYSER, *Lehrbuch der Geologie.* Stuttgart 1893.

PENCK, *Die Morphologie der Erdoberfläche.* Stuttgart 1894. Fa parte della *Bibliothek geographischer Handbücher* diretta dal RATZEL sopracitata.

KEILHACH, *Lehrbuch der praktischen Geologie.* Stuttgart 1896.

Per lo studio del terreno dal punto di vista militare, vedansi gli scritti citati a pag. 24.

FISHER, *Physics of the Earth's Crust.* London 1881.

DANA, *Text Book of Geology.* New York 1884.

IDEM, *Manual of Geology, treating of the principles of the Sciences with special reference to american geological History.* New York 1895.

MELLARD READE, *The Origin of Mountain Ranges.* London 1886.

GEIKIE, *Outlines of Geology.* New York 1892.

IDEM, *Class Book of Geology.* New York 1892.

IDEM, *Text Book of Geology.* New York 1893.

POWEL, *Physiographic Processes ; Physiographic Features.* New York 1895.

MERRILL, *A Treatise on Rocks, Rock-Weathering and Soils.* New York and London 1897.

Per scritti militari, vedasi nota pag. 27.

LE ACQUE

I. — LE ACQUE IN GENERALE

1. L'acqua come oggetto e fattore geografico. — L'acqua è fra i principali elementi costitutivi del globo, poichè sui 510 milioni di chilometri quadrati della sua superficie totale, si può ritenere che 365,5, ossia il 72 % circa, siano coperti di acqua (1).

L'acqua è inoltre, come abbiamo veduto, uno dei principali fattori delle forme del terreno, che essa concorre a scolpire, entrando a prender parte alle grandi profondità, in unione al calore, a tutti i fenomeni endogeni, e che essa incessantemente modifica col suo lavoro d'erosione, di trasporto e di deposito.

L'acqua esercita inoltre altre importanti azioni sulla vita fisica e sociale del globo, mitigando i climi, fecondando i terreni, tracciando le strade maestre della civiltà ed agendo come forza motrice.

Da tuttociò deriva l'importanza dell'acqua come oggetto e come fattore geografico.

Noi già ci siamo occupati dell'azione dell'acqua sulle forme del terreno, ed avremo in seguito occasione di parlare delle relazioni dell'acqua cogli altri elementi geografici, perciò ci fermeremo ora a trattare dell'acqua più specialmente come oggetto geografico, considerandola nelle sue forme e nella sua distribuzione.

2. Circolazione generale dell'acqua. — Qualsiasi superficie acquea, sotto l'azione del sole, è soggetta a continua evaporazione. Il vapore acqueo ascende verso le più alte regioni dell'atmosfera, vi si condensa in nubi e si riversa sulla terra sotto forma di rugiada, di grandine, di pioggia o di neve. L'acqua caduta sulla superficie della terra penetra in parte nel sottosuolo, e porzione di questa scende alle più grandi profondità, donde risale parzialmente all'esterno per mezzo dei fenomeni vulcanici; porzione circola alle piccole profondità, per scaturire in forma di sorgenti. Altra parte dell'acqua caduta sulla

---

(1) WAGNER, *Lehrbuch der Geographie.* Hannover und Leipzig, in corso di pubblicazione (cnfr. II Lieferung, § 121: *Flächenverteilung von Land und Wasser*, pag. 238).

superficie della terra, viene invece assorbita dalla vegetazione e restituita per traspirazione dei vegetali all'atmosfera; ma generalmente la massima parte dell'acqua si raccoglie sulla superficie della terra in masse solide (*nevi e ghiacciai*) ed in masse liquide (*correnti e laghi*). E tutte queste acque, per forza di gravità, seguendo la naturale inclinazione del terreno, vanno a fluire al mare, ove ebbero in massima parte origine, per effetto di evaporazione. Tale movimento, generale e continuo, che ha per punto principale di partenza e di arrivo il mare, dicesi *circolazione delle acque.*

3. Studio geografico delle acque. — Volendo studiare le acque in tutti i loro modi di essere in questa loro perpetua circolazione, noi possiamo considerarle nei diversi stadii qui sotto indicati:

1°) Acque contenute nell'atmosfera.
2°) Acque circolanti nel sottosuolo.
3°) Acque circolanti sulla superficie della terra.
4°) Acque raccolte nel mare.

Lo studio del primo modo di essere delle acque fa parte della *metereologia*, e di esso ci occuperemo, per quel tanto che c'interessa, trattando del clima.

Lo studio degli altri tre momenti costituisce complessivamente il corpo dell'*idrografia*, che più propriamente chiamasi *idrologia*, quando indaga la genesi, la natura delle acque ed i loro rapporti cogli altri elementi, *idrometria* quando determina le misure riflettenti le acque nelle loro condizioni di spazio e di tempo.

Dal diverso modo di presentarsi delle acque in questo studio, deriva la divisione dell'idrografia in diversi rami, di cui qui si indicano le diverse denominazioni, usate nei libri speciali trattanti questi argomenti:

1°) *Idrografia sotterranea* o *freatografia* (dal gr. *freatia* = pozzo) o *crenografia* (dal gr. *crene* = sorgente).

2°) *Idrografia superficiale terrestre*, divisibile in: *chionografia* (dal gr. *chion* = neve), *potamografia* (dal gr. *potamos* = fiume), *limnografia* (dal gr. *limné* = lago), a seconda che tratta dello studio dei ghiacciai, dei fiumi o dei laghi.

3°) *Idrografia marittima*, detta anche *oceanografia*, *pelagografia* (dal gr. *pelagos* = alto mare), *talassografia* (dal gr. *thalassa* = mare).

Noi ci occuperemo, nei capitoli che seguono, dello studio di questi tre rami dell'idrografia, limitatamente a quelle parti che possono direttamente interessarci, e li distingueremo semplicemente colle denominazioni generiche e comuni di: *acque sotterranee*, *acque superficiali* e *mare.*

II. — LE ACQUE SOTTERRANEE

1. Circolazione delle acque sotterranee. — Si è detto che una parte dell'acqua caduta sulla superficie della terra penetra nel sottosuolo, e porzione di questa si arresta a profondità relativamente piccole, ove circola, formando una rete idrografica sotterranea.

La penetrazione delle acque nel sottosuolo dipende dalla pendenza del terreno, ma più ancora dalla natura delle rocce che lo costituiscono. Sotto questo rispetto le rocce possono classificarsi in:

1°) *rocce permeabili;*

2°) *rocce fessurate;*

3°) *rocce impermeabili.*

Diconsi permeabili quelle rocce che presentano nella loro costituzione un complesso d'interstizi grandi e piccoli, per cui l'acqua può attraversarle in ogni senso.

Diconsi invece fessurate quelle rocce che presentano disgiunzioni (*litoclasii*), prodotte, come si è visto, da cause termiche, sismiche e tettoniche, per cui le acque possono attraversarle, secondo determinate direzioni.

Diconsi infine impermeabili quelle rocce che non hanno i caratteri nè dell'una nè dell'altra specie ora indicate, e che non permettono perciò l'infiltrazione delle acque. Questa denominazione di impermeabile non ha però valore assoluto, ed usasi comunemente per indicare rocce poco permeabili, poichè anche le rocce più compatte, essendo relativamente porose, si lasciano più o meno attraversare dall'acqua, e ne contengono sempre una certa quantità, che chiamasi *acqua di cava* o *d'impregnazione.*

Le rocce tipiche permeabili sono le ghiaie e le sabbie, tranne le argillose. In genere possono però dirsi permeabili tutte le rocce incoerenti, quali si riscontrano per lo più nei depositi alluvionali, nei manti morenici, nelle formazioni franose ecc. Questi materiali incoerenti cementandosi in conglomerati, brecce, puddinge, arenarie ecc., perdono parte della loro permeabilità, e ciò in proporzione della natura della sostanza cementante e del grado di compattezza raggiunto dalla cementazione.

Le rocce tipiche fessurate sono le calcari, nelle quali il fessuramento dovuto all'azione della dislocazione ed al ristringimento della roccia, prodotto dalla sua essiccazione, è comunissimo. Tuttavia anche altre rocce compatte, e specialmente le cristalline, possono molte volte essere affette da frequenti fessure.

Le rocce tipiche impermeabili sono le argille e le marne, che bagnate s'impastano in modo, da non lasciar penetrare l'acqua nel loro interno. Sono tuttavia da considerarsi come impermeabili le rocce compatte in genere, e specialmente le cristalline, quando non affette da fessure.

Sul grado di permeabilità di una massa rocciosa influisce però sensibilmente anche l'orientamento degli strati, rispetto alla direzione dell'acqua filtrante, e ciò perchè gli strati sono generalmente meno permeabili in senso normale ai loro piani di stratificazione, che in senso parallelo agli stessi. Questo fatto è chiaramente dimostrato da alcune correnti, che, mentre sono ricche d'acqua nel loro corso

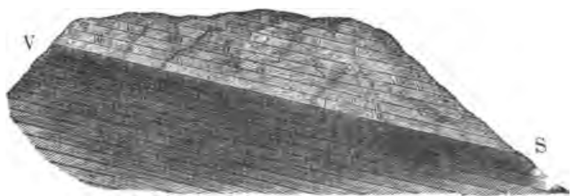


Fig. 120. — Formazione di un velo acquifero.
V - S: Velo acquifero.
La roccia superiore è permeabile, l'inferiore impermeabile.

superiore, tracciato sulla superficie degli strati di masse rocciose, inaridiscono improvvisamente, allorchè passano sulle testate degli strati più o meno inclinati di masse rocciose della stessa natura.

Nei terreni permeabili le acque scendono gradatamente verso il basso, attraversando i diversi strati. Supponendo che gli strati si succedano in ordine decrescente di permeabilità, ciascuno di essi conserverà nella propria massa quella quantità di acqua che eccede alla capacità d'infiltrazione attraverso gli strati sottoposti, e tali eccedenze costituiscono ciò che si chiama: *velo*, *strato*, *letto*, *falda acquifera* (in francese *nappe*, e con parola volgare, dedotta dal dialetto lombardo, *aves*).

I veli acquiferi trovansi là dove ad uno strato permeabile succede uno strato impermeabile, ed i più abbondanti si riscontrano per lo più in corrispondenza di strati di sabbia e ghiaia riposanti su strati di argilla o di marna (fig. 120).

Non sempre gli strati si succedono in ordine decrescente di permeabilità, e molte volte strati impermeabili sovrastano a strati permeabili. In questi casi la costituzione dei veli acquiferi non ha luogo per acqua penetrante dall'alto, ma per infiltrazioni che si effettuano lateralmente alla testata degli strati permeabili.

Nei terreni permeabili la posizione dei veli acquiferi è perciò generalmente rivelata dall'andamento stratigrafico, e quando la stratificazione è concordante colla superficie del terreno, il velo acquifero riproduce, ammorbidendole, le accidentalità del suolo. Ciò deriva dal fatto che in corrispondenza dei displuvi esterni si formano sullo strato impermeabile i displuvi interni, mentre, accumulandosi le acque del sottosuolo negli avallamenti, ivi il velo acquifero s'innalza avvicinandosi alla superficie esterna (fig. 121).

La circolazione delle acque nei terreni fessurati sfugge invece a qualsiasi norma per la sua irregolarità, dipendente dalla irregolare disposizione dei litoclasii. Tali terreni sono infatti caratterizzati da

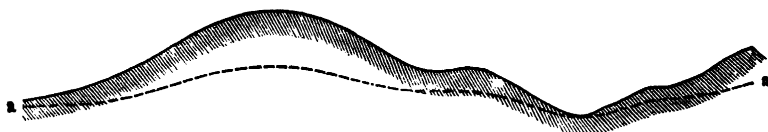


Fig. 121. — Andamento di un velo acquifero in terreno ondulato, con stratificazione concordante colla superficie.
a - *a*: Velo acquifero.

una rete capricciosa di acque comparenti e scomparenti, la quale è in modo veramente tipico rappresentata nelle *regioni carsiche.* Per lo studio pratico di questa circolazione si ricorre all'immissione nelle correnti di piccoli galleggianti od alla colorazione delle acque, mediante sostanze solubili quali, ad esempio, la fluorescina e l'uranina (1).

Nei terreni impermeabili non dovrebbe esistere circolazione sotterranea di acque. Essa infatti manca nei terreni argillosi e marnosi, ed in quelli formati da rocce compatte è rappresentata dai piccoli veli acquiferi stendentisi sotto ai manti detritici, che in più luoghi coprono quelle rocce.

2. **Sorgenti naturali.** — Ogni qualvolta un velo acquifero affiora, si ha una sorgente naturale.

Nei terreni permeabili si può dire che per regola generale le sorgenti trovansi alla base degli strati permeabili ed alla sommità di quelli impermeabili, ossia sull'affioramento comune delle due stratificazioni (fig. 120, S).

Nei terreni fessurati la posizione delle sorgenti sarà accidentale, come accidentati sono i litoclasi che permettono l'uscita delle acque. Generalmente si troveranno sul fondo delle valli, localizzate in alcuni punti, irregolarmente disposti, e per lo più saranno ricche per

---

(1) De Agostini ed O. Marinelli, *Studi idrografici nella valle superiore della Turrite Secca e nelle Alpi Apuane.* Riv. geogr. italiana, V, 1894 (cnfr. pag. 314 e seguenti).

copia d'acqua, liberamente fluente attraverso le fessure. Da ciò deriva che le regioni di terreni di rocce fessurate, specialmente se calcari, presentano il più spiccato contrasto fra le parti elevate, squallide, mancanti d'acqua e quindi quasi prive di vita vegetale ed animale, ed i fondi di valle, dove in alcuni punti l'abbondanza delle acque risorgenti, dà luogo ad un rigoglioso sviluppo di vegetazione ed all'accentramento della vita di tutta la regione.

Nei terreni impermeabili, se argillosi o marnosi, mancano affatto le sorgenti; se costituiti di rocce compatte, si trovano ai piedi dei mantelli detritici piccole sorgenti, che risentono fortemente le influenze esterne. Le sorgenti copiose, che talvolta s'incontrano in tali terreni, vanno attribuite all'esistenza di litoclasii, e quando questi sottostanno alle regioni delle nevi persistenti od ai ghiacciai, le sorgenti sono abbondanti e perenni.

La ricerca delle sorgenti costituisce uno dei più importanti problemi dell'ingegneria pratica ed una questione assai interessante le operazioni logistiche, per quanto riflette l'alimentazione acquea delle truppe.

Nelle attuali condizioni degli studi dell'idrografia sotterranea, e stante la complessività e la varietà dei fenomeni ch'essa presenta, non è ancora possibile formulare leggi generali sulla distribuzione delle sorgenti e norme teoriche per la loro ricerca; da quanto si è detto risulta però con evidenza che la soluzione di tale problema riposa essenzialmente sulla conoscenza della natura dei terreni rispetto all'infiltrazione, e del loro andamento stratigrafico.

L'Issel, partendo da queste nozioni fondamentali e tenendo conto di varii dati suggeriti dall'esperienza, ha dettato alcune norme, che praticamente possono essere di grande vantaggio per rintracciare acque circolanti a piccola profondità. Tali sono (1):

« 1° Le osservazioni relative alla topografia del paese. Se « questo, come spesso succede, risulta alla superficie di alluvioni « recenti, che riposano su terreni antichi impermeabili, si troveranno « falde acquifere sotto i depositi alluviali, nelle depressioni della « formazione sottoposta, depressioni che spesso si accusano allo « esterno; ciò specialmente appiè dei monti.

« 2° Le esplorazioni ed i saggi negli alvei abbandonati dei « fiumi e torrenti, perciocchè bene spesso i corsi d'acqua scomparsi « alla superficie, sono rappresentati da residui sotterranei.

« 3° Lo studio diligente delle doline, delle sprugole (2), dei

(1) ISSEL, *Compendio di geologia*, già cit. P. I (cnfr. pagg. 165, 166).

(2) *Sprugola* è il termine usato in alcune località, specialmente presso la Spezia, per designare cavità imbutiformi analoghe alle *foibe* (v. pag. 88).

« pozzi assorbenti, delle grotte ed in genere di tutte le cavità sot-
« terranee, per le quali le acque evadono continuamente o tempo-
« raneamente. Tali cavità hanno per conseguenza di ricondurre le
« acque all'esterno ad un livello inferiore, ed è quindi possibile rin-
« tracciare queste, mercè particolari artifizi e specialmente facendo
« uso di sostanze dotate di energiche proprietà coloranti ».

A queste norme se ne possono aggiungere altre, pure suggerite dalla pratica, quali: l'uso del microfono, che permette di percepire il mormorìo delle acque circolanti nel sottosuolo; le osservazioni sul rivestimento vegetale, che con alcune specie, sopratutto della famiglia dei giunchi, rivela l'esistenza di acque sotterranee, ecc. (1).

Le sorgenti possono per il loro regime distinguersi in *perenni* e *temporanee.* Fra queste ultime sono caratteristiche le così dette *intermittenti*, quelle cioè che hanno regolarmente periodi più o meno lunghi e più o meno frequenti di emissione, intervallati da periodi di apparente esaurimento. Tali sorgenti, comuni nei terreni calcari, derivano generalmente da serbatoi interni, comunicanti coll'esterno per mezzo di litoclasii foggiati a sifone, per cui l'acqua, accumulandosi nel serbatoio ed innalzandosi nel sifone, mette questo in attività ed ha così luogo il vuotamento del serbatoio. L'emissione non riprende fino a quando i canali interni e gli stillicidi non hanno di nuovo riempito il serbatoio.

Le sorgenti possono distinguersi, rispetto alla qualità delle acque. in *dolci* e *minerali*, a seconda che contengono pochi o molti minerali in soluzione. Le dolci, rispondenti a buone condizioni igieniche, diconsi *potabili* ed il loro grado di potabilità si determina mediante analisi chimiche e batteriologiche. La non potabilità delle acque

---

(1) Intorno all'arte della ricerca delle sorgenti, che spesso fu rivestita con apparenze misteriose, si hanno molti scritti, alcuni dei quali antichissimi; consultisi a questo riguardo il riassunto storico di tale interessante argomento in HAAS, *Quellenkunde. Lehre von der Bildung und von Vorkommen der Quellen und der Grundwasser*, Leipzig 1895 (cnfr. *Einleitung*, pag. 3 e seg.).

I principali scritti moderni riflettenti la questione delle sorgenti, oltre l'anzidetto, sono:

PARAMELLE, *L'art de découvrir les sources.* Paris 1859.

DAUBRÉE, *Les eaux souterraines à l'epoque actuelle.* Paris 1887.

TOURNIER, *L'art de découvrir les sources propres à donner naissance à des fontaines jaillissantes.* Paris, senza data.

DUPONT, *Les phénomènes des cavernes et la circulation souterraine des eaux.* Bulletin de la Soc. Belge de géologie, VII, 1893.

LUEGER, *Die Wasserversorgung der Städte.* Stuttgart 1891.

Nella bibliografia italiana non si hanno moderni trattati speciali in argomento, ma si posseggono alcuni pregevoli studi pratici, quali quelli di COZZAGLIO, DE AGOSTINI, DE STEFANI, O. MARINELLI, SPATARO, STELLA, UZIELLI, ecc.

può dipendere da cause locali o generali. Le locali si riassumono nell'inquinamento delle acque, per lo più derivante da soluzione di materie organiche. Fra le generali hanno grande importanza la natura dei terreni, che l'acqua attraversa nel suo corso, e la durata del contatto dell'acqua con tali terreni. Sotto questo rispetto si possono dire buone le acque attraversanti terreni calcareo-silicei, perchè mineralizzate in giusta misura; poco buone quelle provenienti da terreni esclusivamente silicei, perchè non sufficientemente mineralizzate, come quelle dormienti su rocce calcari facilmente solubili, avendo esse in tal caso dosi eccessive di carbonato di calcio; ancora meno buone quelle che percorrono terreni serpentinosi, argillosi, marnosi, gessosi, ecc., perchè contengono sali per lo più dannosi, anche se non in soverchia dose (1).

---

(1) Per quanto riflette la potabilità delle acque consultisi:

ALESSANDRI e MAGGI, *Acque potabili considerate come bevanda dell'uomo e dei bruti.* Milano 1887.

MAESTRELLI, *Manuale di bromatologia pratica per uso dell'esercito.* Firenze 1890 (cnfr. P. III: *Acqua potabile*).

SPATARO, *Igiene delle abitazioni.* Vol. II: *Igiene delle acque.* Milano 1891.

Il MAESTRELLI dà a pag. 356 il sottoindicato aggruppamento delle acque potabili, ricavandolo dalla classificazione proposta dall'ALESSANDRI (cnfr. pag. 67). Tale aggruppamento serve a distinguere il valore igienico delle acque, a seconda della loro provenienza.

Ottime: *Sorgive.* Spillanti da terreni secondari e di transizione calcareo-silicei o calcareo-dolomitici.

Di *pozzi* ad acqua viva, assai profondi, non inquinabili.

Buone: *Pozzi* d'acqua dormiente, ma profondi, scavati in strati calcarei molto fuori dell'abitato e ben difesi.

Di *cisterne* costrutte a regola d'arte; acqua filtrata.

Mediocri: *Sorgive* in terreni poco o nulla calcarei, argillosi, serpentinosi, od in strati alternati di gesso.

Di *pozzi* d'acqua dormiente, poco profondi, ma non riceventi infiltrazioni organiche nocive.

Di *pozzi artesiani* scavati da 100 a 200 metri.

Di *serbatoi artificiali* ove s'immettano acque di torrenti, ecc.

Di *fiumi*, *laghi* e *torrenti* ove non giungano infiltrazioni organiche.

Acqua di pioggia raccolta direttamente in cisterne profonde, ma non ben costrutte.

Sospette: *Acque di cisterne* mal fatte, poco profonde e non tenute all'oscuro.

Acque di serbatoi artificiali aperti scavati in rocce serpentinose, poco o non filtrate, costituite esclusivamente o quasi di acque pluviali.

Insalubri: *Acque correnti* su terreni coltivati, o provenienti da canali.

Di *fiumi*, *laghi*, *torrenti* raccolte vicino ad una città.

Acque degli stagni, *delle paludi*, *de' canali*, *de' fossi*.

Acque di drenaggio, *o provenienti da marcite*, *risaie*, ecc.

Le sorgenti possono anche distinguersi, rispetto alla temperatura in *fredde* e *termali*. Queste ultime, aventi temperature talvolta assai superiori a quella dell'ambiente esterno, provengono dalle maggiori profondità e possono considerarsi come l'anello di congiunzione fra le acque del sottosuolo e quelle dell'interno della terra, le quali sono, come è noto, in diretti rapporti coi fenomeni endogeni.

Fra le sorgenti, meritano di essere ricordate le *polle sottomarine*, corrispondenti a litoclasii del fondo del mare, per cui l'acqua condottavi per canali sotterranei, sgorga e sale alla superficie, disegnando su di essa un'area circolare e convessa, talvolta di parecchi metri di diametro. Un esempio di tali sorgenti si ha nella polla di Cadimare nel golfo della Spezia.

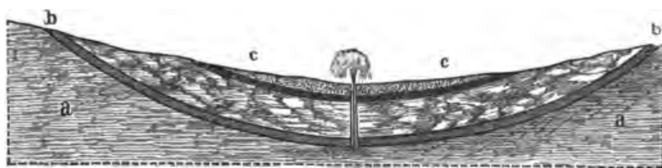


Fig. 122. — Rappresentazione schematica di un pozzo artesiano.
a) Strato inferiore impermeabile; *b*) Velo acquifero; *c*) Strato superiore impermeabile.

3. Sorgenti artificiali. — Non sempre le acque scaturiscono naturalmente dal sottosuolo e spesso occorre estrarle, costruendo sorgenti artificiali.

Le sorgenti artificiali più comuni sono quelle che designansi col nome di *pozzi*. I pozzi ordinari constano di fori, mediante i quali si raggiunge un velo acquifero, le di cui acque vengono estratte con mezzi meccanici. Vi sono però pozzi nei quali il movimento ascendente dell'acqua ha luogo naturalmente e questi sono i così detti *pozzi artesiani* o *modenesi* (fig. 122), basati sul noto principio di idrostatica, per cui i liquidi posti in vasi comunicanti, tendono a porsi allo stesso livello. Tali pozzi possono facilmente costruirsi in bacini costituiti di una piega sinclinale, con strati permeabili racchiusi fra due strati impermeabili.

Allorchè il velo acquifero è così vicino al suolo da poter essere raggiunto con un piccolo scavo, la sorgente artificiale prende comunemente il nome di *fontanile*.

Nel bassopiano del Po tali sorgenti sono frequentissime e servono per l'alimentazione dei canali d'irrigazione della zona di bassa pianura. Esse trovansi generalmente là dove i terreni sono coperti solamente da formazioni alluviali e perciò al piede della zona di alta pianura, lungo il quale disegnano una linea, per lunghi tratti quasi continua, detta *linea dei fontanili o delle acque risorgenti o delle*

resorgive o delle risultive. È però d'uopo notare che la posizione di questa linea subisce in alcuni punti sensibili irregolarità, dipendenti specialmente dalla natura dei materiali di riempimento della conca padana, che presentano notevoli diversità geognostiche sia nel senso della profondità, che in quello superficiale, longitudinalmente e trasversalmente alle correnti (1). Ad ogni modo però si può dire che la linea fontanili traccia con abbastanza approssimazione la separazione fra la zona di alta e quella di bassa pianura, e là dove la prima non è stata artificialmente irrigata, tale linea serve quale demarcazione fra le due zone, ben distinte per un complesso di fatti geografici, di cui si parlerà più innanzi, e che vale a ben caratterizzarne la differente fisonomia e le diverse condizioni logistiche e tattiche.

III. — LE ACQUE SUPERFICIALI

1. Nevi e ghiacciai. — Una gran parte dell'acqua caduta e rimasta sulla superficie della terra si raccoglie, come si è detto, in masse solide (*nevi* e *ghiacciai*) ed in masse liquide (*correnti* e *laghi*), il cui complesso costituisce le acque superficiali, quelle cioè che circolano sulla superficie della terra, formando una rete idrografica esterna, che è intimamente connessa con quella sotterranea.

La prima forma è conseguenza della bassa temperatura, per il che le precipitazioni assumono forma di neve e conservano tale forma sulla superficie del terreno, fino a quando, coll'innalzarsi della temperatura, la neve si trasforma in acqua. Ora vi sono località dove la quantità di neve caduta in un determinato spazio di tempo è maggiore di quella che si scioglie nello stesso spazio di tempo, e perciò in tali località esiste sempre una certa quantità di neve. Queste località costituiscono la *regione delle nevi persistenti.*

Il limite inferiore di tale regione (*limite delle nevi persistenti*) è un elemento geografico di grande importanza, poichè segna il passaggio dalla zona montana praticabile ed abitabile, a quella difficilmente praticabile e quasi priva di vita animale e vegetale. Tale limite rappresentasi generalmente nel suo valore medio per ogni regione montana, mediante una isoipsa, che, ad esempio, per la regione alpina può ritenersi sia quella di 2800 m.

---

(1) STELLA, *Sull'idrografia della pianura del Po.* Estratto dal processo verbale dell'adunanza straordinaria della Società geologica italiana, tenuta in Sardegna nell'aprile 1896. Roma 1897.

La posizione di tale linea varia colla latitudine e s'innalza progressivamente dai poli verso l'equatore, cosicchè mentre nelle regioni polari è di poco elevata sul livello del mare, sotto l'equatore tocca i 5000 metri.

Sull'altitudine di tale linea influiscono però anche tutte quelle cause climatiche e topografiche, dalle quali dipende l'abbondanza delle precipitazioni nevose ed il loro consumo. Cosicchè la linea limite delle nevi persistenti può ritenersi determinata da *un'equazione di equilibrio fra la quantità di neve caduta e quella scioltasi in un determinato spazio di tempo.*

A dimostrare l'influenza delle condizioni climatiche e topografiche locali sull'altitudine della linea delle nevi persistenti, si può citare l'esempio dell'Imalaia, nel quale tale linea è sul versante meridionale a 4910 m., mentre s'innalza sul settentrionale a 5670; ciò perchè sul primo, battuto da venti carichi di umidità, le precipitazioni sono maggiori che non sul secondo, dove i venti giungono più asciutti. Nè meno istruttivo a questo riguardo è l'esempio che ci offrono le Alpi, nelle quali il limite delle nevi persistenti è più elevato nei gruppi interni che negli esterni. Questo fatto è stato accuratamente illustrato dal Richter in uno studio sulle Alpi orientali (1), ed è da lui spiegato con una minore precipitazione ed un maggior riscaldamento del terreno nelle parti interne della massa alpina, per cui essa sarebbe, come l'interno degli altipiani, caratterizzata da una relativa siccità, da maggior calore, da bel tempo invernale e quindi da innalzamento nel limite delle nevi e della vegetazione. Le cause di tali fatti, oltre che al prosciugamento delle correnti aeree cariche di umidità, sono da O. Marinelli attribuite alla grande trasparenza dell'atmosfera nelle alte regioni montane, che ha appunto per conseguenza una maggiore temperatura media ed una minore piovosità di quelle delle regioni contermini. Ed a questo proposito, il Marinelli completando le osservazioni del Richter con altre proprie, ed estendendo lo studio dei limiti altimetrici ad altri fenomeni fisici e biologici, riassume le deduzioni fatte in una legge, che viene da lui così formulata: *I limiti altimetrici fisici e biologici, nelle Alpi sono in generale più elevati nelle regioni centrali, più alte, che in quelle periferiche più basse* (2).

---

(1) Richter, *Die Gletscher der Ostalpen.* Stuttgart 1888. In tale studio sono indicate le altitudini delle nevi persistenti nei diversi gruppi delle Alpi orientali, che in media possono ritenersi di 2650 m. negli esterni e 2850 negli interni.

(2) Vedasi a questo riguardo nella *Rivista geografica italiana* del dicembre 1896 la compendiosa ed interessante memoria di O. Marinelli: *Una particolarità relativa ai limiti altimetrici dei fenomeni fisici e biologici nelle Alpi.*

Nelle regioni delle nevi persistenti piccolo e talvolta nullo è il consumo della neve per scioglimento, cosicchè essa dovrebbe accumularsi, aumentando continuamente l'altezza delle montagne. Ma la neve che cade preme col suo peso sulla giacente e la obbliga a spostarsi; se il pendìo è ripido, la neve premuta rovina in basso e ci dà le valanghe; invece là dove il terreno non è fortemente inclinato, e specialmente dove le valli si aprono colle loro ampie testate, spesso in forma di circo, ivi le nevi si accumulano, si trasformano in ghiaccio, che, fluendo lungo la valle, costituisce quelle correnti solide alle quali si dà il nome di *ghiacciai.*

I ghiacciai interessano gli studi di geografia militare come agenti geografici trasformatori della superficie terrestre per gli importanti oggetti topografici cui danno luogo, specialmente allo sbocco delle valli; non interessano invece direttamente i nostri studi come oggetti geografici, poichè la regione da essi coperta non può essere campo di operazioni militari. Tuttavia a maggior schiarimento di quanto si è detto sull'azione dinamica del ghiacciaio, è opportuno dare un breve cenno intorno al ghiacciaio, considerato come oggetto geografico.

I ghiacciai vengono generalmente distinti in *polari* e *montani.*

I ghiacciai polari sono gli emissari di quegli estesi campi di ghiaccio il cui complesso forma le calotte glaciali, coprenti le terre polari (ghiaccia continentale; in ted. *inlandeis* = ghiaccio entro terra) (fig. 123). Questi ghiacciai, non confinati entro profonde valli, si estendono su ampie fronti e fluiscono come grandi fiumane al mare, nel quale vengono a tuffarsi (fig. 124). La scarsità in quelle regioni di terreno scoperto, riducendo la superficie di degradazione, fa sì che limitate siano le morene superficiali, mentre copiosa sia quella profonda, per la potente azione erosiva esercitata dai poderosi ghiacciai sul fondo dei loro alvei. Dalla fronte del ghiacciaio si staccano grossi blocchi (in ingl. *iceberg* = monte di ghiaccio) (fig. 125), che trascinati dalle correnti e spinti dai venti, vagano pel mare, trasportando sul loro dorso, quali grandi zattere, i materiali detritici superficiali del ghiacciaio. Questi ghiacciai galleggianti vengono talvolta ad arenarsi sopra lontane spiaggie, dove si fondono ed abbandonano i materiali trasportati; il ripetersi del fenomeno lungo alcune coste, dà luogo a considerevoli formazioni moreniche di materiali, che i ghiacciai hanno strappato alle terre polari.

I ghiacciai montani sono gli emissari della regione delle nevi persistenti e si presentano o come strati di limitata estensione, rivestenti i ripidi pendii della montagna, o come masse fluenti sul fondo delle valli. Nel primo caso diconsi *vedrette* (da una denominazione locale delle Alpi lombarde), nel secondo *ghiacciai* (fig. 126). Di ambedue le specie si hanno numerosi esempi sulle Alpi; fra i ghiacciai



Fig. 123. — Campi di ghiaccio della Groenlandia (Neumayr).

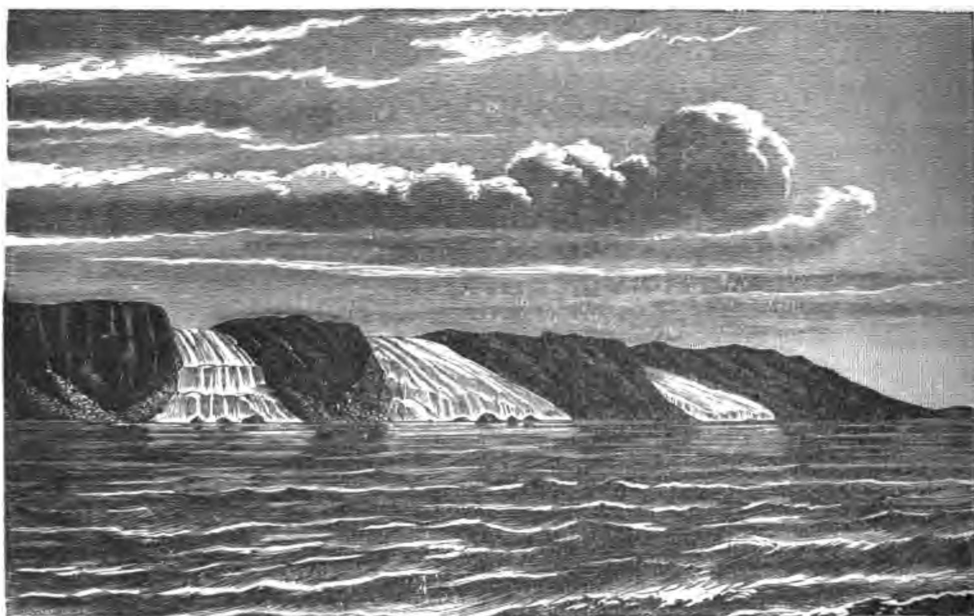


Fig. 124. — Ghiacciai dell'isola di Yan Mayen, N.-E. dell'Islanda (Neumayr).

propriamente detti, è notevole per la sua grandiosità quello dell'Aletsch nelle Alpi Bernesi (fig. 127), che ha un percorso di circa 24 chilometri ed una larghezza di 3 a 4 chilometri.



Fig. 125. — Monti di ghiaccio galleggianti (Geikie).

In un ghiacciaio completo possono generalmente distinguersi due parti:

1° *La regione del nevaio o del nevischio* (in franc. *nevé*; in tedesco *firn*, parola dialettale = dell'anno scorso): corrisponde alla testata della valle, spesso foggiata a circo, dove viene accumulandosi la neve e dove essa si trasforma in ghiaccio, per effetto dell'assettamento che la sua massa subisce in virtù della pressione, e sotto l'azione dei raggi solari che determina in essa un principio di fusione.

2° *La regione del ghiacciaio* (in ted. *Eiszunge* = lingua di ghiaccio): quella costituita dalla massa di ghiaccio fluente lungo il fondo della valle. Il ghiacciaio presenta in questa sua parte una superficie tondeggiante, rigonfia al centro, e ciò per la più rapida

fusione del ghiaccio lungo i lati, maggiormente influenzati dal calore irradiato e riflesso dai fianchi della montagna. La massa del ghiacciaio è per lo più attraversata da numerosi *crepacci* o *crepacce*,



Fig. 126. — Ghiacciaio alpino (Neumayr).

frequenti lungo le linee di contatto colle rocce e conseguenza del calore emanato da queste (in ted. *Bergschrunde*, vocabolo comunemente usato nell'alpinismo); più frequenti ancora nei tratti dove il fondo della valle ha andamento e pendenza irregolari, oppure subisce improvvisi allargamenti, cosicchè la massa di ghiaccio è soggetta a

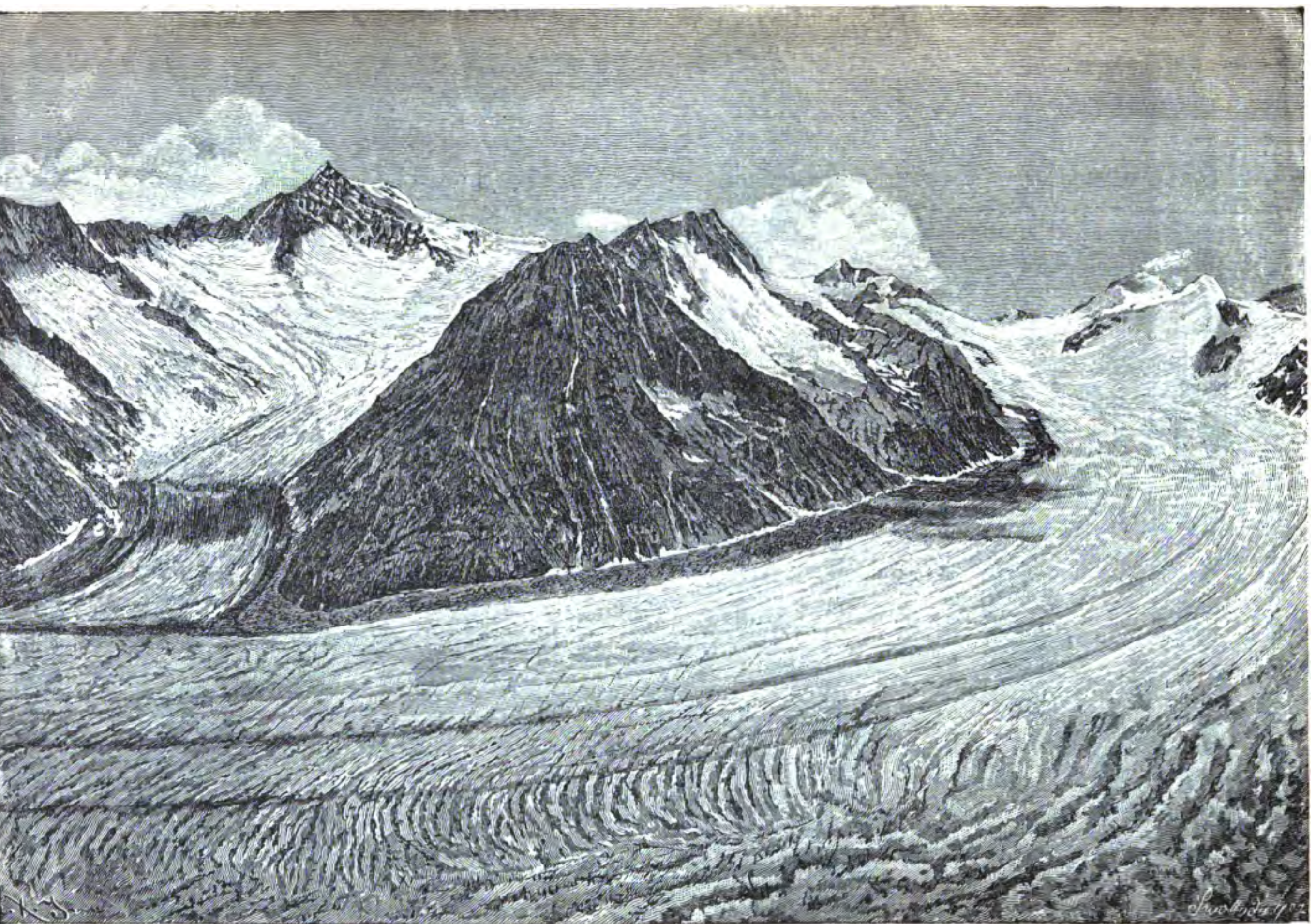


Fig. 127. — Il ghiacciaio dell'Aletsch nelle Alpi Bernesi (Neumayr).

forti trazioni, che danno luogo a crepacci trasversali (fig. 128) o longitudinali. Là dove i crepacci trasversali e longitudinali s'incrociano, la superficie del ghiacciaio risulta così frazionata in blocchi, prismi, aguglie, ecc., da rendere difficile il suo percorso (fig. 129). Nelle Alpi occidentali queste parti del ghiacciaio chiamansi regioni a *séracs* (nome di un formaggio cubiforme delle valli savoiarde).

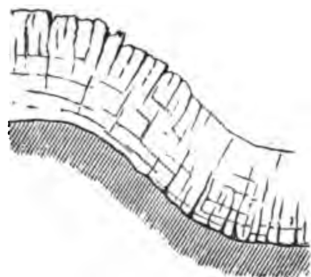


Fig. 128. — Crepacci trasversali (Issel).

L'acqua di fusione del ghiacciaio, scendendo attraverso i crepacci, si raccoglie sul fondo dell'alveo e vi costituisce il *torrente di scarico*,



Fig. 129. — Crepacci di un ghiacciaio (Neumayr).

che sbocca dalla fronte del ghiacciaio per un'apertura, detta la *porta del ghiacciaio.*

La posizione della fronte del ghiacciaio è determinata dal punto

nel quale avviene la fusione del ghiaccio, ossia l'*ablazione* del ghiacciaio.

Tale punto varia da luogo a luogo, in dipendenza delle condizioni climatologiche (pluviometriche e termiche), influenti le prime sulla produzione della massa di ghiaccio, le seconde sul suo consumo;



Fig. 130. — Topografia del ghiacciaio di Obersulzbach negli Alti Tauern (Richter).

L'isoipsa di 2700 segna approssimativamente il limite delle nevi persistenti, oltre il quale scende il ghiacciaio.

L'isoipsa di 2400 segna la divisione fra la regione del nevaio e quella del ghiacciaio.

Le date indicano le oscillazioni della fronte del ghiacciaio dal 1850 al 1882.

nelle Alpi è in media a mille metri sotto la linea delle nevi persistenti. Questo punto può però variare anche nel tempo, per le condizioni pluviometriche e termiche speciali di ogni epoca; le fronti dei ghiacciai sono quindi soggette a continui spostamenti, il di cui effettuarsi chiamasi *oscillazione dei ghiacciai* (fig. 130).

Lo studio di questo fenomeno interessa direttamente la geografia per la sua connessione colla fisica terrestre in genere, ed in ispecie colla climatologia e colla geologia, non che colle condizioni antropogeografiche di una regione, per quanto riflette la praticabilità del suo terreno e l'accessibilità dei suoi valichi nelle diverse epoche (1).

(1) Società geografica italiana. *Atti del II° Congresso geografico italiano tenuto in Roma dal* 22 *al* 27 *settembre* 1895. Roma 1896. Cnfr. pag. 176 e seg.: *Sull'opportunità che le variazioni dei ghiacciai italiani siano sistematicamente*

Le oscillazioni dei ghiacciai sono oggidì relativamente piccole (1), ma esse dovettero essere nei tempi geologici considerevoli, cosicchè in alcune epoche i ghiacciai ebbero estensioni grandissime, che sono comprovate dalla posizione dei materiali erratici e dalle tracce da essi lasciate sul loro passaggio. A distinguere i depositi dei ghiacciai corrispondenti alle diverse espansioni, può servire di guida il grado di alterazione delle loro parti superficiali, minimo nei più recenti, massimo nei più antichi; generalmente nelle regioni che furono campo di più glaciazioni, i depositi delle diverse epoche sono riconoscibili, nelle sezioni del terreno, perchè divise da strati più o meno potenti di materiale decomposto, alteratosi nei periodi interglaciali (2).

Di queste espansioni glaciali la meglio accertata è quella compresa nell'êra quaternaria, nella quale i ghiacciai irradianti dalle alte terre di Scandinavia coprivano tutta l'Europa settentrionale fino oltre il 50° N, mentre dalle principali masse montane scendevano poderosi ghiacciai ad invadere i sottoposti piani (fig. 131).

Esce dai limiti dei nostri studi l'indagare le cause di tali espansioni (3) ed il loro probabile numero; basti a noi il sapere che gli studi fatti al riguardo hanno condotto alla conclusione della pluralità

---

studiate, e sulle ricerche iniziate a tale scopo. Relazione del Prof. F. Porro. In questa relazione è compendiosamente esposta l'importanza geografica della questione anche dal punto di vista antropogeografico, con un accenno alla controversa origine delle popolazioni tedesche abitanti le valli meridionali del Monte Rosa.

(1) Per lo studio delle oscillazioni dei ghiacciai esiste un *Comitato internazionale*, composto di persone appartenenti agli Istituti geologici di diversi paesi; per quanto riguarda i ghiacciai alpini italiani, vi è inoltre una speciale Commissione nominata dal Club alpino italiano, che dirige e coordina le investigazioni relative a tale fenomeno (v. *Rivista C. A. I.*, XIV, giugno 1895).

(2) Il materiale derivante dall'alterazione dei depositi morenici ed anche di altri terreni di trasporto, presenta, in conseguenza della varia natura degli elementi originari, aspetto diverso e riceve anche denominazioni diverse. Sul versante interno delle Alpi è generalmente rappresentato da una specie di *lehm* (v. pag. 91) (in Lombardia *ferretto*), spesso intensamente colorato di rosso per superossidazione degli elementi ferruginosi della roccia decomposta; sul versante esterno contiene elementi calcari, ha aspetto giallastro e vien detto *loess prealpino* (v. Penck et Du Pasquier. *Sur le lœss préalpin son âge et sa distribution géografique.* Bulletin de la Soc. des sciences naturelles di Neuchâtel, XXIII, 1895).

(3) Intorno alle cause dell'epoca glaciale quaternaria consultisi:

Neumayr, *La terra* (trad. italiana) già cit. (cnfr. pag. 490 e seg.: *Cause dell'epoca glaciale*).

De Marchi, *Cause dell'era glaciale.* Pavia 1895. Un riassunto di tale lavoro, fatto dallo stesso autore, trovasi nel *Bollettino del Club alpino italiano*, n° 62, 1895-96, sotto il titolo: *Il problema glaciale* (cnfr. pag. 93 e seg.).

delle espansioni glaciali, della periodicità del loro avvento e quindi delle probabilità di future espansioni glaciali, che produrranno profonde perturbazioni nello sviluppo storico della razza umana, spostandone i maggiori centri di civiltà.

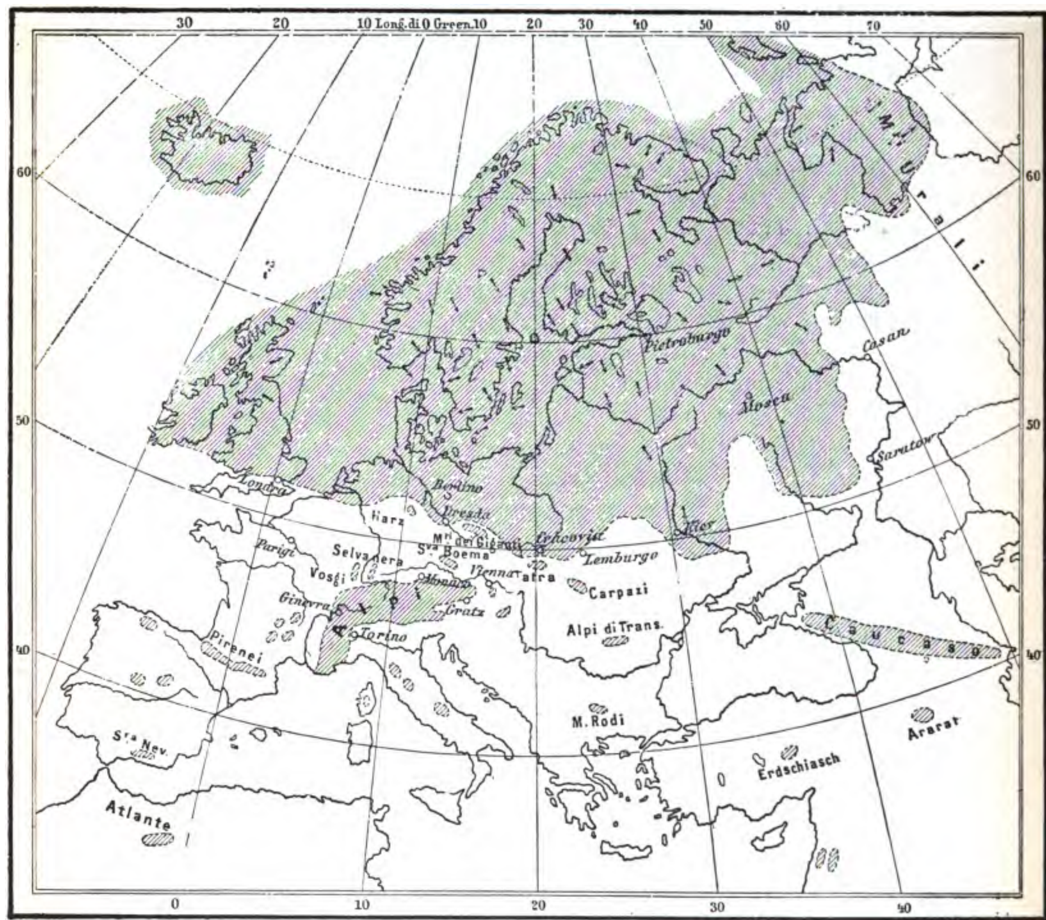


Fig. 131. — Espansione glaciale in Europa nell'èra quaternaria (Penck e Neumayr).

L'area tratteggiata indica l'estensione dei ghiacciai; le frecce la direzione di movimento dei settentrionali.

2. Acque correnti. — La massima parte dell'acqua caduta, e rimasta sulla superficie della terra, è quella che fluisce su di essa allo stato liquido, costituendo le *correnti*.

Una classificazione sistematica delle correnti è resa difficile dalla

grande varietà dei caratteri che esse presentano (1). Praticamente può servire a differenziarle, con sufficiente chiarezza, il criterio del regime, che va però talvolta completato con i dati riflettenti l'entità della massa d'acqua e lo sviluppo della linea di corso.

Basandoci su tale criterio e tenendo conto degli elementi suaccennati, noi distingueremo le correnti nel modo seguente:

1°) *Rivi o ruscelli:* i minori corsi d'acqua formati dal primo riunirsi delle acque selvagge, o da piccole sorgenti.

2°) *Torrenti:* i corsi d'acqua di mediocre sviluppo, non alimentati da sorgenti perenni e quindi con regime saltuario, detto appunto *torrenziale*. Es.: la Polcevera, il Bisagno.

3°) *Fiumi:* i corsi d'acqua aventi un certo sviluppo e che sono alimentati da sorgenti perenni, e quindi a regime costante, detto *fluviale*. Es.: il Ticino, la Livenza.

4°) *Fiumi-torrenti:* i corsi d'acqua che hanno grande sviluppo, ma regime torrenziale. Es.: il Tagliamento, la Trebbia.

5°) *Canali:* i corsi d'acqua artificiali, costrutti a scopi svariati: commerciali, industriali, agricoli, igienici ecc. Es.: Naviglio grande e della Martesana (navigazione), canale Cavour (industria ed agricoltura), canali delle Paludi pontine (scolo di acque stagnanti).

L'area che dà colle sue acque di scorrimento la corrente, dicesi *bacino idrografico* od *imbrifero* (apportatore d'acqua), e quando si tien conto anche della circolazione sotterranea, chiamasi più propriamente *bacino di alimentazione*.

Gli elementi principali da prendersi in considerazione nello studio di un bacino idrografico, sono quelli qui in seguito successivamente indicati:

1°) *Linea di displuvio* o *spartiacque*, cioè quella linea che disegna il contorno del bacino idrografico. Essa è qualche volta ben definita da linee di vetta, ma altre volte è appena segnata dall'intersezione di terreni leggermente inclinati. Ad ogni modo, essendo specialmente dovuta all'azione erosiva delle acque, ha generalmente andamento capriccioso, spesso mutabile e non coincidente colle maggiori elevazioni dei rilievi; dal che risulta doversi la linea di displuvio considerare come un elemento idrografico, e non come un elemento orografico.

2°) *Configurazione planimetrica.* La determinazione della linea

---

(1) Il Dubois ha tentato la soluzione di questo difficile problema in un suo studio intitolato: *L'hydrographie des eaux douces. Méthodes employées pour l'étudier. Recherche d'une meilleure classification.* Annales de géographie, ottobre 1892 (cnfr. pag. 1 seg.); aprile 1893 (cnfr. pag. 196 e seg.); gennaio 1894 (cnfr. pag. 138 e seguenti).

di displuvio, tracciando i limiti del bacino idrografico, permette di addivenire allo studio della sua configurazione planimetrica, intorno alla cui importanza e misurazione valga quanto si è detto, trattando della configurazione planimetrica delle forme del terreno (v. pag. 140 e seguenti).

3°) *Configurazione altimetrica.* La configurazione altimetrica del bacino idrografico va ricercata nella sua genesi e nella natura dei suoi terreni. Tale configurazione è nella sua più semplice espressione rappresentata da una conca allungata (*bacino unitario*), ma per lo più essa presenta una successione di conche o bacini, orograficamente distinti l'uno dall'altro, e collegati solamente dalla corrente che passa dal superiore all'inferiore. Frequenti sono gli esempi di una simile configurazione, e se ne hanno nei bacini del Reno, del Danubio, dell'Elba ecc.; mentre assai rari sono gli esempi di bacini unitari come quello del Po, ed anche in essi si può sempre distinguere un bacino di montagna ed uno di pianura: il primo dalla forma tipica ad imbuto, presentante in sezione una figura che si approssima alla triangolare; il secondo dalla forma a conca, ricolmata sul fondo e terrazzata, la di cui sezione si accosta alla rettangolare.

Rispetto alla morfologia dei bacini idrografici, si può osservare che i continenti costituiti da rilievi elevati e coste frastagliate, avranno generalmente bacini montani piccoli o suddivisi in parecchi minori, dove le correnti si svilupperanno tortuosamente; i continenti a forme piatte e coste uniformi avranno invece per lo più estesi bacini unitari, pianeggianti, percorsi da grandi fiumi con direzioni costanti e corso lento. Il contrasto è ben messo in evidenza dal confronto tra i bacini idrografici della Penisola balcanica e quelli della Russia.

4°) *Natura dei terreni rispetto all'infiltrazione.* Lo studio delle forme del bacino avrà già condotto all'indagine della natura dei terreni che lo costituiscono, ma è qui inoltre necessario studiare più particolarmente la natura di questi terreni rispetto all'infiltrazione delle acque, poichè tale studio conduce alla determinazione del bacino di alimentazione delle correnti, e dà la nozione di una delle principali cause influenti sul loro regime.

5°) *Rete idrografica.* Di tutti gli elementi di un bacino il più importante è quello della sua rete idrografica, costituita dal complesso delle linee d'impluvio del bacino, e rappresentata orograficamente dalla rete degli alvei ed idrograficamente dalla rete delle linee di corso delle correnti. In tale rete si può distinguere un ramo principale o *collettore delle acque*, e diversi rami secondari, *tributari* od *affluenti.* La determinazione del ramo principale riesce facile fino al punto in cui la rete si mantiene simmetrica rispetto ad una linea, ma accostandosi alla testata del bacino, dove la rete tende a diventare

simmetrica rispetto ad un punto, tale determinazione diventa difficile, e l'estensione del nome del ramo principale ad una delle correnti che lo formano, è generalmente convenzionale e da attribuirsi all'uso locale od a ragioni antropogeografiche. Il Peschel (1) nel dar ragione del mantenimento dei nomi di Reno e Danubio alle loro alte correnti, e non a quelle rispettivamente più poderose dell'Aar e dell'Inn, ascrive il fatto alle tribù popolanti quei territori, che risalendo uno dei rami della corrente, dovevano essere indotte a mantenere ad esso il nome imposto al tronco inferiore (2).

Lo studio della rete idrografica di un bacino si risolve in quello delle sue diverse linee idrografiche, ciascuna delle quali dovrà essere considerata nei suoi due principali elementi: l'*alveo* e la *corrente.*

A) L'*alveo* (*letto* o *canale*) della corrente è la cavità del terreno nella quale scorrono le acque. Di esso vanno studiati i punti principali qui in seguito indicati:

a) *Andamento o posizione nel bacino*, dipendente nel suo complesso dall'altitudine, forme e natura dei versanti del bacino, risultando dalla linea d'intersezione dei versanti stessi; dipendente nei suoi particolari dal lavoro di erosione e di deposito della corrente, per cui avrà andamento più o meno rettilineo, o più o meno meandriforme (v. pagg. 99 e 181).

Nello studio dell'andamento dell'alveo sono assai interessanti le indagini relative alle sue mutazioni, che mettono bene in evidenza il fenomeno della *migrazione delle correnti*, ossia delle trasformazioni cui vanno soggette le linee idrografiche (3). Fra i numerosi esempi si possono citare in Italia: quello del Tanaro, già immettente nel Po a Carmagnola; dell'Adige, antico immissario del lago di Garda ed affluente del Po; del Piave, che correva per la depressione di Fadalto; del Tagliamento, che successivamente abbandonò l'attuale valle di Arzino e la depressione del lago di Cavazzo, ecc.

---

(1) G. Marinelli, *La Terra*, già cit., Vol. I (cnfr. pag. 396).

(2) Intorno alle diverse denominazioni dei varii rami delle correnti, specialmente italiane, vedasi Roggero, *Le sorgenti dei fiumi.* Comunicazioni di un collega, ni 5, 6, 9, 10, 1896; ni 3, 4, 1897.

(3) Lo studio di questo fenomeno è ampiamente svolto nelle seguenti opere:

De la Noë e De Margerie, *Les formes du terrain*, già cit. (cnfr. specialmente dal Cap. IV in poi).

De Lapparent, *Leçons de géographie physique*, già cit. (cnfr. specialmente Leçon IVe e VIIIe).

Morris Davis, *Rivers and valleys of Pensylvania.* National geog. Magazin, 1889.

Idem, Memorie diverse pubblicate nel *Journal of geology*, nell'*American journal* di Chicago, specialmente negli anni 1884-89, e nel *National geographic Magazin* di Washington, vol. I e II.

Idem, *La Seine, la Meuse et la Moselle.* Annales de géographie, Vol. V.

Tali ed altre simili deviazioni possono dipendere, come si è visto, da movimenti del suolo, da franamenti, da depositi o deiezioni di materiali, e sopratutto dall'azione erosiva delle acque. A quest'ultima causa è specialmente dovuto un fenomeno, frequente nelle reti idrografiche in via di sistemazione, al quale il de Lapparent dà il nome di *capture des fleuves* (*rapimento delle correnti*) (1).

S'immaginino due correnti ABC e DEF (fig. 132), sviluppantisi con andamento sensibilmente parallelo, in valli di diversa altitudine, di modo che B risulti notevolmente più elevato di E. L'affluente GE lavorando coll'azione erosiva delle proprie acque alla testata del proprio bacino, darà luogo ad un continuo arretramento del punto G, cosicchè esso finirà per raggiungere il punto B. Allora le acque di AB investiranno il corso dell'affluente, e si verificherà il rapimento della corrente AB a favore di DF e la trasformazione di BC in una valle morta. Un caso di rapimento di corrente, in via di attuazione, ci si presenta fra il Chiese ed il lago di Garda, dove il Rio di Tormini, sfociante a Salò, arretrando continuamente la propria testata, finirà per raggiungere il corso del Chiese e ne rapirà le acque, che trasporterà nel lago (2).

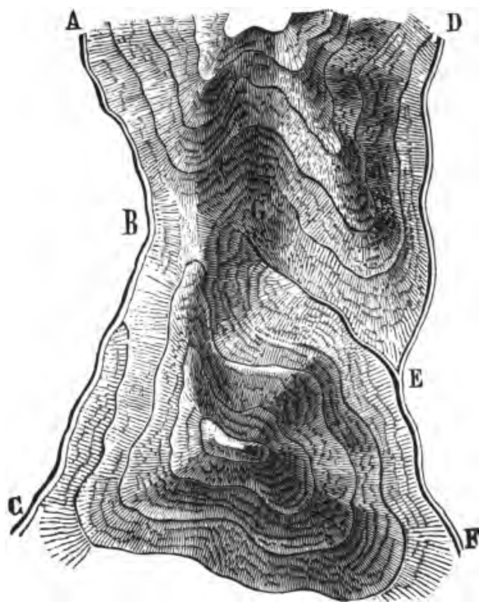


Fig. 132. — Rapimento delle correnti.

In queste trasformazioni, contemporaneamente allo spostamento delle linee idrografiche, ha luogo quello delle linee di displuvio, il che vale a ben mettere in evidenza la loro instabilità ed il loro carattere di elementi sostanzialmente idrografici.

(1) De Lapparent, *Leçons de géographie physique*, già cit. (cnfr. pag. 77).

(2) V. *Tavolette per la Carta d'Italia al* 100 *mila* (25 *mila*), Foglio 48, IV, N. O., Salò.

b) Dimensioni in lunghezza e larghezza, che servono a determinare l'importanza della corrente, e di cui le seconde possono interessare le operazioni di passaggio;

c) Pendenza, elemento assai importante per caratterizzare il lavoro della corrente, poichè da esso sopratutto dipende se la massa d'acqua corre rovinosamente in basso distruggendo, o se essa si svolge tranquillamente apportando ricchezza e civiltà.

La pendenza media dell'alveo si ricava dal rapporto tra la differenza di livello dei suoi due estremi e la loro distanza orizzontale. Tale pendenza è però assai diversa nei diversi tratti della corrente, ed è generalmente massima nel tratto superiore, minima nell'inferiore, dimodochè il profilo longitudinale dell'alveo può essere raffigurato da una curva concava verso l'alto (v. pag. 90).

La pendenza naturale viene molte volte, specialmente nelle alte valli, artificialmente alterata, per diminuire i disastrosi effetti dei fenomeni torrenziali. Quest'operazione, che dicesi *regolamento della corrente*, si attua mediante *chiuse*, *briglie* o *parate* in muratura od in legname, aventi il còmpito di rompere la caduta dell'acqua e di arrestare parte dei materiali trasportati (fig. 133).

d) Forma e natura dell'alveo. Nello studio di tale elemento devonsi considerare specialmente i *fianchi* ed il *fondo*.

I *fianchi* (*ripe* o *sponde*) possono essere naturali od artificiali; in questo secondo caso chiamansi generalmente *argini*. La loro forma interessa per le relazioni che ha col dominio e colle operazioni di passaggio. La loro natura va specialmente considerata per rispetto all'infiltrazione delle acque, esercitante influenza sul regime della corrente e sull'andamento dei veli acquiferi del terreno circostante; infatti quando il terreno dei fianchi è permeabile, si stabilisce una comunicazione fra la corrente ed i veli acquiferi, e questi emungeranno od impingueranno quella, a seconda delle reciproche condizioni di livello. Tali fatti non sono frequenti nei fiumi, per l'impermeabilità acquistata dalle sponde dell'alveo col depositarsi del limo fluviale, si verificano invece frequentemente nei canali e sopratutto in quelli di recente costruzione. Per esempio, la costruzione del canale Villoresi, in riporto, ha dato luogo ad un generale innalzamento dei veli acquiferi del terreno circostante, e quando si toglie l'acqua al canale, si nota un subito abbassamento dei detti veli acquiferi.

Il *fondo* dicesi *vivo*, se coperto d'acqua; *morto*, se scoperto; le parti coperte da acque poco profonde chiamansi *bassi fondi*, e se emergenti a fior d'acqua, *secche;* quando il fondo è rotto e presenta tratti fortemente inclinati, si hanno nella corrente le *rapide* o le *cataratte*, e se questi tratti si accostano alla verticale si hanno le *cascate*. La forma e la natura del fondo interessano le operazioni di



Fig. 133. — Regolamento di un torrente nelle Alpi francesi (v. Sekendorf).

passaggio e specialmente la guadabilità della corrente; la natura del fondo, come quella dei fianchi, esercita inoltre una certa influenza sul regime della corrente e sulle condizioni idrografiche sotterranee della regione.

B) La *corrente* va considerata specialmente in questi suoi elementi:

a) *Origine*, che può essere costituita da ghiacciai, sorgenti perenni, sorgenti temporanee o semplicemente da acque selvagge; tale elemento è importantissimo, poichè costituisce uno dei determinanti principali del *regime* della corrente.

b) *Dimensioni in larghezza e profondità*, elementi da rilevarsi sul terreno con operazioni topografiche e scandagli; valgono a precisare l'importanza della corrente, le condizioni delle operazioni di passaggio, ed interessano la navigazione.

c) *Velocità*, elemento variabile nei diversi tratti della corrente, col variare del volume delle acque e della pendenza del fondo, ma variabile anche nei diversi punti di una stessa sezione della corrente, perchè le molecole acquee risentono l'effetto dell'attrito dei fianchi e del fondo. La riunione dei punti di massima velocità costituisce il *filone della corrente.*

La velocità del filone della corrente si misura praticamente con galleggianti gettati lungo il filone, e per i quali si calcola il tempo occorrente a percorrere un dato tratto della corrente, o più esattamente con ispeciali strumenti quali: l'*asta ritrometrica*, il *tubo di Pitot*, il *molinello di Woltmann semplice ed elettrico* (1).

Trovata la velocità del filone, si ottiene la velocità media della corrente, mediante un coefficiente di riduzione, variabile fra 0,50 e 1,00, ed accostantesi al limite inferiore nei canali ristretti a ripide pareti, al superiore nei fiumi correnti in larghi alvei. Nei casi ordinari la formola praticamente adottata è

$$v = 0,80\ V \quad (2).$$

Rispetto alla velocità, le correnti possono classificarsi in (3):

corrente	debole	V < 0.50 m.	al 1″
»	ordinaria	V = da 0.50 m. a 1.50 m.	»
»	forte	V = » 1.50 m. » 2.50 m.	»
»	rapida	V = » 2.50 m. » 4 m.	»
»	impetuosa	V > 4 m.	»

d) *Portata.* Dicesi portata il volume d'acqua che passa in un secondo per una sezione della corrente. La portata della corrente è quindi uguale al prodotto dell'area di una sezione della corrente

(1) Vedasi a questo riguardo qualche trattato o manuale di idraulica, per es.:

PARETO-SACHERI, *Enciclopedia delle arti e industrie*, Vol. IV. Torino 1885 (cnfr. alla voce: *Idraulica*, pag. 14).

BIANCHI-MALDOTTI, *Manuale di idraulica.* Torino 1891 (cnfr. pag. 71 e segg.).

MINISTERO DI AGRICOLTURA, INDUSTRIA E COMMERCIO. *Misurazione dei corsi d'acqua.* Estratto dal vol. 14 delle *Memorie illustrative della carta idrografica d'Italia.* Roma 1892.

(2) V = velocità del filone.
v = velocità media della corrente.

(3) MINISTERO DELLA GUERRA. *Istruzioni pratiche del genio.* Vol. 6°: *Istruzione sui passaggi dei piccoli corsi d'acqua.* Roma 1897 (cnfr. *Nozioni generali*, pag. 14).

per la velocità della corrente in quella sezione. La portata varia perciò in ogni punto della corrente, e la media dei suoi valori chiamasi *modulo della corrente.*

e) *Regime.* Il modulo della corrente varia a seconda delle condizioni nelle quali la corrente si trova, e generalmente si calcola per ogni corrente il *modulo di piena* ed il *modulo di magra.*

Le variazioni del modulo costituiscono il *regime della corrente*, che dicesi *fluviale*, quando relativamente piccole sono le variazioni del modulo, *torrenziale*, quando tali variazioni sono grandi.

La causa che più influisce sul regime della corrente, è la quantità delle precipitazioni nell'area del bacino idrografico; ma concorrono a determinarlo altre cause, di cui le principali sono le seguenti:

α) l'origine della corrente, che, come si è detto, può essere costituita da ghiacciai, da sorgenti perenni o temporanee, o semplicemente da acque selvagge;

β) la natura del terreno rispetto all'infiltrazione, poichè quando i terreni sono impermeabili si avranno forti variazioni nel modulo della corrente, quando sono permeabili variazioni minori;

γ) la struttura più o meno friabile del terreno, da cui dipende la maggiore o minore quantità di detrito trasportato, e quindi il maggiore o minore volume delle acque;

δ) la vegetazione, che assorbe parte delle precipitazioni, ne rallenta la caduta, e consolida il terreno;

ε) l'esistenza di laghi funzionanti da regolatori delle correnti;

ζ) le derivazioni di canali di navigazione, agricoli, industriali, ecc., che impoveriscono le correnti ed aumentano la superficie di evaporazione.

Una corrente considerata rispetto al suo regime presenta ordinariamente più volte nell'anno *periodi di magra* e *periodi di piena*, col variare delle cause influenti sul suo modulo. Vi sono però piene, che per la loro imponenza e per il loro non regolare avvento, diconsi *straordinarie.* La differenza tra le piene ordinarie e le straordinarie consiste generalmente in ciò, che nelle prime l'acqua s'innalza nell'alveo senza soverchiarne le sponde, nelle seconde l'acqua esce dall'alveo o superando le sponde ed allagando il terreno circostante, il che dicesi *inondazione*, od aprendo in esse una breccia, che chiamasi *rotta*, e riversandosi per essa sulla campagna.

Le principali cause delle piene straordinarie sono:

α) aumento straordinario del volume delle acque, dovuto a pioggie eccezionali o ad eccezionale scioglimento di nevi;

β) ostruzioni per agglomeramenti di ghiaccio o di materiali fluitati, generalmente vegetali, producenti un rigurgito nella corrente. Il primo fatto si verifica in molti corsi d'acqua dell'Europa

settentrionale e centrale, il secondo è frequente nelle correnti delle regioni extra europee, attraversanti foreste vergini;

γ) venti spiranti costantemente in direzione contraria alla corrente e determinanti onde di rigurgito;

δ) disboscamento delle terre, che toglie i benefici effetti della vegetazione, aumenta il materiale detritico trasportato dalle correnti, per cui si accresce il loro volume, la loro forza meccanica, si elevano i fondi degli alvei e si ostruiscono le foci.

Contro i disastri delle piene l'uomo si difende mediante il rimboschimento della zona montana; il regolamento dei torrenti nelle alte valli; la costruzione di *bacini di sedimento*, di *bacini di ritenuta*, di *canali diversivi o scaricatori;* ed infine colle *arginature.* Con questo ultimo mezzo si viene a modificare artificialmente la configurazione delle sponde dell'alveo; è perciò necessario il sapere in che esso consista.

Le arginature appartengono a quella classe di opere, che hanno per iscopo di contenere l'eccesso delle piene entro l'alveo della corrente.

Gli argini soglionsi distinguere in due categorie principali: *argini maestri* (insommergibili) ed *argini secondari* (sommergibili). I primi hanno lo scopo di opporsi alle piene straordinarie e diconsi *in froldo*, quando formano corpo colle sponde dell'alveo; *in golena*, quando sorgono ad una certa distanza dalla sponda dell'alveo, racchiudendo uno spazio di terreno che chiamasi appunto *golena* (fig. 134). I secondi



Fig. 134. — Argine in golena.
B - C: golena.

hanno per iscopo di resistere alle piene ordinarie e servono generalmente alla protezione dei terreni di golena.

Il sistema delle arginature obbliga ad un continuo lavoro di difesa, poichè aumenta la possibilità del verificarsi delle piene. Infatti se un fiume potesse scorrere liberamente anche in piena, finirebbe per stabilire una sistemazione naturale del suo alveo anche per tale suo stato; costruendo gli argini, si sostituisce invece alla sistemazione naturale una sistemazione artificiale in limiti assai più ristretti. La corrente, ridotta di sezione, effettua i propri depositi su spazio più angusto, e malgrado l'aumento della sua azione escavatrice, essa

finisce per innalzare il fondo dell'alveo, per diventare pensile sul terreno esterno, e soverchiare nelle piene gli argini che la stringono; oppure, in conseguenza dell'accresciuta potenza dinamica, squarcia gli argini, e dalle brecce in essi aperte, precipita sulla campagna circostante (1).

Ad ultimare lo studio delle correnti acquee rimarrebbe a trattare delle loro derivazioni artificiali, ossia dei *canali*, ma tale studio trova sede più opportuna nell'esame dell'*opera dell'uomo*.

Riassumendo quindi quanto è stato esposto intorno alle correnti acquee e ricordando quanto si espose a proposito della loro azione dinamica nel capitolo relativo alla *genesi delle forme del terreno*, possiamo conchiudere dicendo che le correnti presentano tre parti costitutive: *bacino*, *alveo*, *corrente;* tre organi: *corso superiore*, *medio* ed *inferiore;* tre funzioni: *erosione*, *trasporto* e *deposito*, e queste parti, questi organi, queste funzioni si riscontrano in tutte le correnti, sempre corrispondenti alla loro natura e nei loro rapporti. Le correnti costituiscono perciò individui geografici ben distinti, malgrado la grande varietà dei caratteri ch'esse presentano; varietà che essenzialmente dipende dalle infinite variazioni delle loro proporzioni. Da ciò deriva che lo studio di qualsiasi corrente potrà facilmente effettuarsi, seguendo la guida generale tracciata, alla quale occorrerà apportare solo quelle modificazioni che potranno essere rese necessarie dalla specialità di alcuni casi.

A completare lo studio geografico delle correnti, occorre però far seguire all'esame delle loro condizioni fisiche, quello delle loro funzioni antropiche. Sotto tale rispetto le correnti devono considerarsi come elementi fertilizzatori delle terre, mediante le loro alluvioni e le irrigazioni; come motori meccanici; e sopratutto come vie di navigazione, per cui esse tracciano le linee naturali di penetrazione nell'interno dei continenti, e molte volte le strade seguite dai popoli

---

(1) Un esempio istruttivo di applicazione del sistema delle arginature è offerto dalla sistemazione idraulica del Po; consultinsi a questo riguardo specialmente gli scritti sottoindicati:

LOMBARDINI, *Intorno al sistema idraulico del Po, ai principali cangiamenti che ha subito ed alle più importanti opere eseguite o proposte pel suo regolamento.* Politecnico. Milano 1840-43.

IDEM, *L' arginamento del Po ed il bonificamento delle laterali pianure*, ibid. 1876. — *Appendice I e II alla stessa memoria*, ibid. 1877.

IDEM, *Osservazioni sulla risposta del sig. Dausse relativa alla questione degli argini insommergibili dei fiumi*, ibid. 1876.

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI, *Cenni monografici sui singoli servizi.* V. *Fiumi.* Roma 1878 (cnfr. pag. 51 e segg.).

nelle loro primitive migrazioni e quelle tuttora battute dal commercio (1).

3. **Laghi.** — Alle raccolte d'acqua che trovansi nell'interno delle terre, si dà il nome di *laghi.*

La classificazione dei laghi può farsi in base a diversi criteri, quali il morfologico, il corologico, il genetico, l'idrografico ecc. Una classificazione geografica non può però limitarsi ad uno solo di questi criteri, che dà solamente uno dei caratteri del lago, ma deve fondarsi su parecchi criteri, per poter tener conto del massimo numero possibile di caratteri, ordinati volta per volta a seconda della diversa importanza che in ogni singolo caso possono avere. Ora essendo i caratteri dei laghi molteplici e di natura assai differente, il loro coordinamento e la subordinazione dell'uno all'altro, riesce lavoro oltremodo complesso; da ciò la difficoltà di una classificazione scientifica e completa.

Fra le diverse che sono state proposte (2), noi seguiremo quella del prof. O. Marinelli, il quale, partendo da criteri essenzialmente geografici, ha formulato la classificazione generale dei laghi, che qui integralmente si riporta (3):

« 1° *Laghi vallivi.* — Sono i laghi che occupano il fondo di una valle percorsa attualmente da un fiume, od anche da un fiume in altri tempi percorsa ed attualmente abbandonata Qualunque sia l'origine di essi, presentano in generale: figura allungata nel senso della valle;

---

(1) Quali esempi di studio completo di un fiume, possono essere additati i seguenti:

LENTHÉRIC, *Le Rhône. Histoire d'un fleuve.* Paris 1892.

FRESCURA, *La Brenta. Storia di un fiume.* Rivista geografica italiana, 1896.

v. SCHWEIGER-LERCHENFELD, *Die Donau als Völkerweg, Schiffartsstrasse und Reiseroute.* Wien, Pest, Leipzig, 1896.

(2) Altre classificazioni di laghi, più o meno complete, trovansi nei seguenti autori:

PESCHEL, *Neue Probleme der vergleichenden Erdkunde,* già cit. (cnfr. pag. 165 e segg.).

v. SONKLAR, *Allgemeine Orographie,* già cit. (cnfr. pag. 164 e segg.).

CREDNER, *Die geographische Verteilung der Alpenseen.* Berlin 1882.

IDEM, *Die Reliktenseen.* Petermanns Mitteilungen. Ergänzungsheft, n. 86, 89, 1887.

DAVIS, *On the classification of Lake basins.* Proceeding of the Boston Society of natural History, vol. XXI, gennaio 1887 (cnfr. pag. 315 e segg.).

IDEM in *Science,* vol. X, 1887 (cnfr. pag. 142).

PENCK, *Die Vergletscherung der deutschen Alpen.* Leipzig 1882 (cnfr. pag. 315).

v. RICHTHOFEN, *Führer für Forschungsreisende,* già cit. (cnfr. pag. 262).

SUPAN, *Grundzüge der physischen Erdkunde,* già cit. (cnfr. pag. 531 e segg.).

(3) SOCIETÀ GEOGRAFICA ITALIANA, *Atti del II Congresso geografico italiano tenuto in Roma dal 22 al 27 settembre 1895. Sull'opportunità di stabilire una classificazione generale e una relativa nomenclatura dei laghi basata prevalentemente su criteri geografici.* Relazione del dott. O. MARINELLI.

conformazione del fondo abbastanza regolare; profondità e dimensioni molto variabili; rapporto con un corso di acqua che serve da immissario principale e da emissario; condizioni fisiche assai varie, e acque quasi sempre dolci. Per la genesi sono di origine secondaria, cioè è necessaria per la loro formazione la preesistenza di una valle, nella quale ebbe origine una *contropendenza*, che determinò l'arresto delle acque.

« Teoricamente (non so se in natura furono riscontrati tutti i casi che enumero), questa contropendenza può essere determinata: *A*) per escavazione (glaciale); *B*) per un abbassamento (tectonico); *C*) per uno sbarramento (tectonico, di frana, alluvionale, di morena, per un ghiacciaio, per colata lavica ecc.). In natura la maggior parte dei laghi vallivi è originata da sbarramento per morena, frana od alluvione. I laghi vallivi sono diffusi in gran parte delle regioni montuose della terra, e specialmente dove ebbe luogo in tempo geologicamente non lontano una invasione glaciale. Le Alpi mostrano gli esempî più belli od almeno più studiati di questi tipi di laghi.

« Comprenderei in un sottogruppo dei laghi vallivi, quei laghi che si trovano verso lo sbocco delle vallate nella pianura e quindi lungo i margini delle catene montuose. Questi in generale si distinguono dai precedenti per maggiori dimensioni e profondità, e quasi sempre per la loro genesi, che, secondo alcuni, è tectonica, secondo altri di escavazione glaciale. Questi laghi che, con caratteri costanti, circondano non solo le Alpi (grandi laghi prealpini), ma altre catene montuose, si potrebbero chiamare *laghi vallivi marginali* o *subvallivi*.

« 2° *Laghi di circo*. — Questi laghi occupano i ripiani ed i circhi che coronano le regioni montuose (specialmente quelle costituite da graniti e gneis) superiormente al limite della vegetazione arborea. Hanno in generale piccole dimensioni, forma rotondeggiante, profondità ora notevolissima, ora minima. In genere non hanno affluenti visibili, spesso sono l'origine di torrenti e fiumi. Trovandosi di regola poche centinaia di metri più bassi del limite delle nevi, sono soggetti ad un regime termico molto freddo e son gelati gran parte dell'anno. Questi laghi sono talvolta evidentemente sostenuti da morene, talvolta sono invece scavati parzialmente o totalmente nella roccia in posto. Quantunque tutti i geologi non sieno d'accordo, pure sembra che essi siano dovuti ad escavazione glaciale, certo si trovano *esclusivamente* dove ebbe luogo, in tempo più o meno remoto, una invasione glaciale. La genesi dei circhi entro cui si trovano racchiusi questi laghi sembra però, secondo una ipotesi emessa recentemente dal prof. Edoardo Richter e che mi pare accettabile, possa essere indipendente da qualsiasi presenza di ghiacci, e dovuta ad una speciale azione della corrosione meteorica. Perciò anche i laghi di circo pos-

sono essere di origine secondaria. Nelle Alpi, nei Pirenei e nella massima parte delle regioni montuose elevate, i laghi di circo si contano a migliaia.

« 3° *Laghi morenici.* — Quantunque parecchi dei laghi del gruppo precedente siano compresi in tutto od in parte entro morene, ho riservato questo nome, in cambio del quale desidererei me ne fosse suggerito uno migliore da adoperare, per quei laghi che si trovano allo sbocco delle vallate nel piano e subito esternamente ad esse negli apparati morenici che cingono alcuna delle catene montuose, e principalmente quella alpina. Questa zona morenica periferica, che si trova nelle regioni montuose altre volte occupate da ghiacciai, quando questi arrivavano al piano, è cospersa, per esempio, nelle Alpi, da una serie di laghi (e torbiere resti di antichi laghi) in generale di non grandi dimensioni e poco profondi, collegati da una idrografia fluviale incerta. Essi sono: o racchiusi del tutto entro morene (intermorenici); o spesso scavati in parte nella roccia in posto. Derivano quindi dall'irregolare deposizione del materiale morenico e talora forse dall'azione escavatrice del ghiacciaio.

« 4° *Laghi artici.* — Ho compreso in questa indicazione, forse non del tutto appropriata, quei laghi, talora notevolmente estesi, che si trovano numerosissimi nelle regioni settentrionali d'Europa e della America e specialmente nella Scandinavia e Finlandia. Questi laghi occupano regioni altra volta ricoperte da un potente manto di ghiacci, ai quali pare sia appunto dovuta (per quanto tutti non lo ammettano) la loro formazione.

« Essi differiscono dai laghi, spesso di analoga origine, che abbiamo chiamato *vallivi* o *subvallivi*, sia per la loro forma (in generale più irregolare, meno allungata ecc.), sia per i rapporti con la orografia delle regioni nelle quali essi si trovano. Infatti i laghi *artici* di cui parliamo si trovano in regioni conformate a colline od a ripiani più e meno elevati, in cui l'idrografia sia fluviale che lacuale è quasi indipendente dalla orografia; quindi non si può in generale parlare di laghi vallivi. Questi laghi, che si potrebbero piuttosto avvicinare a qualcuno dei laghi occupanti gli anfiteatri morenici prealpini e le regioni contermini, scavati in gran parte nella roccia in posto (per lo più rocce granitiche), sono di profondità varia, e in generale mediocre rispetto all'estensione loro. I maggiori, per lo più poco elevati sul mare, sono collegati fra loro, in complicati sistemi, da una idrografia fluviale incerta e poco ben determinata o separati da dossi arrotondati dall'azione glaciale e in genere non molto elevati.

« 5° *Laghi di pianura.* — Come lo indica il nome, sono i laghi che occupano estese regioni piane, per lo più alluvionali. Essi si possono dividere in più sottogruppi, come laghi *di steppa*, *di deserto* ecc.

Tutti però hanno parecchi caratteri comuni. Dimensioni talora notevolissime, talora mediocri o piccole, profondità sempre poco rilevante, talchè entrano quasi sempre nella categoria degli *stagni* o *paludi*, contorni in generale poco ben limitati; molto varie, secondo le circostanze accessorie, le condizioni idrografiche e fisiche. L'origine di questi laghi è molto varia: per lo più essi sono formati dal trasporto dei materiali mobili che formano le pianure. Questo trasporto può essere o prodotto dai corsi d'acqua o dal vento. Nel primo caso, in generale, la formazione di tali laghi è dovuta ad una diversa azione di sedimentazione fra una corrente principale e le secondarie.

« 6° *Laghi costieri.* — Questi laghi si trovano quasi esclusivamente sulle coste basse: hanno dimensioni molto varie, per lo più forma allungata nello stesso senso della costa, dalla quale sono separati di consueto dallo stretto cordone litorale. Sono sempre poco elevati sul mare, poco profondi, per cui quasi sempre assumono il carattere e il nome di stagni o di paludi. Hanno acque dolci od in vario grado salse. Devono per lo più la loro origine od a semplice sbarramento di un golfo, per mezzo di sabbie, o ad uno sbarramento doppio di un canale esistente fra un'isola e la terraferma. Il trasporto delle sabbie avviene per opera delle varie azioni del mare e dei venti.

« Questi sono laghi *relicti*, nel senso del Kredner (1).

« Per lenti passaggi si collegano con le *lagune*. Ne abbiamo alcuni esempi in Italia ed in altre regioni del bacino mediterraneo.

« 7° *Laghi vulcanici o di cratere.* — Occupano il fondo di un cratere vulcanico. Hanno in generale forma rotondeggiante, molto regolare, sono cinti spesso da un anello craterico più o meno conservato, non presentano che di rado dimensioni molto grandi, e profondità rilevanti, almeno a quanto consta da quel poco che è noto. In generale hanno bacino di raccoglimento molto ristretto e non presentano affluenti visibili. La cavità occupata dalle acque del lago rappresenta in genere il cratere di deiezione o di esplosione di un vulcano; talora però pare che i fenomeni che dettero origine a questi laghi siano molto più complicati. I più bei tipi di questi laghi si posseggono in Italia, dove, pur troppo, furono poco studiati.

« 8° *Laghi carsici.* — Si trovano nelle regioni così dette *carsiche*. Si distinguono in due tipi:

« *Laghi di dolina*, che riempiono le cavità imbutiformi conosciute col nome di *doline*, sono di dimensioni piccole, di forma pressochè circolare, talora molto profondi;

« *Laghi di polja*, che occupano il fondo delle cavità, dette con nome slavo *polja*, e sono in generale abbastanza estesi e poco profondi.

---

(1) KREDNER, *Die Reliktenseen*, già cit.

« In ambedue i tipi, sono molto notevoli e caratteristiche le condizioni idrografiche. I laghi carsici sono in comunicazione con le acque del sottosuolo per mezzo di complicati canali, perciò vanno soggette a notevoli piene e magre, e quindi a mutazioni di livello e di estensione. Questi laghi devono la loro origine all'erosione chimica delle acque sopra i calcari compatti. Essi sono relativamente poco frequenti anche nelle tipiche regioni del Carso; ne possediamo alcuni interessanti esempi anche in Italia.

« Come è facile accorgersi, i gruppi stabiliti non comprendono certamente tutti i laghi finora noti, chè anzi rimangono esclusi gran parte dei bacini lacustri più estesi della superfice terrestre, come per esempio il Mar Caspio, il Lago d'Aral, il Mar Morto, i grandi bacini dell'Africa, quelli dell'America settentrionale, ecc.

« Questi estesi laghi si potrebbero riunire, sotto il nome di *laghi continentali*, considerando alcuni caratteri comuni a quasi tutti: grandi dimensioni, sovente mancanza di comunicazione temporaria o perenne col mare ecc. Ma il gruppo riuscirebbe troppo eterogeneo e poco naturale, ed è meglio attendere migliori studi, per stabilire, se è possibile, qualche aggruppamento più logico. Bisogna avvertire che alcuni di questi laghi interni, rientrano nella categoria dei laghi di pianura, per esempio i laghi di Neusiedl e quello Balaton in Ungheria, che sono laghi di *steppa* ».

Le figg. 135, 136, 137, 138, 139 danno l'immagine di alcuni tipi di lago indicati nella suesposta classificazione.

Tale classificazione potrà diventare più completa coll'estendersi degli studi di limnologia, ma già fin d'ora permette di ben caratterizzare i principali tipi di lago che in natura si presentano. Il Marinelli ha infatti applicato la proposta classificazione a tutti i laghi italiani, ed è riuscito a presentarli distinti in alcuni gruppi, che valgono a metterne in evidenza la diversa fisionomia geografica e permettono di formulare alcune leggi geografiche riflettenti la loro genesi, e quindi la loro morfologia e la loro corologia (1).

Fra i diversi tipi di laghi italiani interessano in modo particolare i grandi laghi prealpini, che mentre sono elementi importantissimi per le condizioni geografiche generali della zona prealpina, e specialmente per le condizioni idrografiche della regione padana, rappresentano uno dei punti più controversi nella storia fisica della regione alpina.

Infatti a spiegare la genesi di questi bacini lacustri furono avanzate diverse ipotesi, nessuna delle quali può dirsi definitivamente

(1) O. Marinelli, *Aggruppamenti dei principali laghi italiani.* Bollettino della Società geografica italiana. Fasc. X, ottobre 1894.



Fig. 135. — Lago di San Maurizio in Engadina (Neumayr).
(*Lago vallivo per escavazione glaciale*).

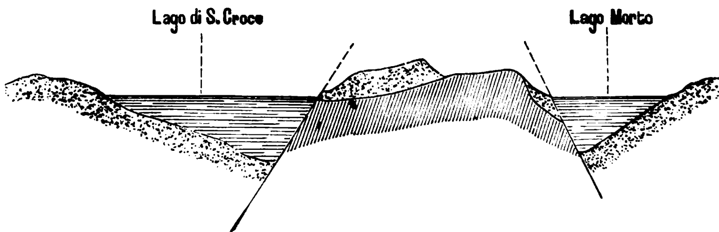


Fig. 136. — Sezione dei laghi Lapisini (Lago di Santa Croce e lago Morto), nella depressione di Fadalto (antica valle del Piave) (secondo Futterer).
(*Laghi vallivi per abbassamento tettonico*).

accettata. Una prima ipotesi fu quella dell'*escavazione glaciale* (Godefroy e Ramsay), colla quale si ammetteva che i bacini lacustri potessero essere stati formati dall'azione escavatrice del ghiacciaio; tale ipotesi venne abbandonata per le ragioni già dette a proposito dei fiordi (v. pag. 119). Ad essa si venne quindi sostituendo l'ipotesi

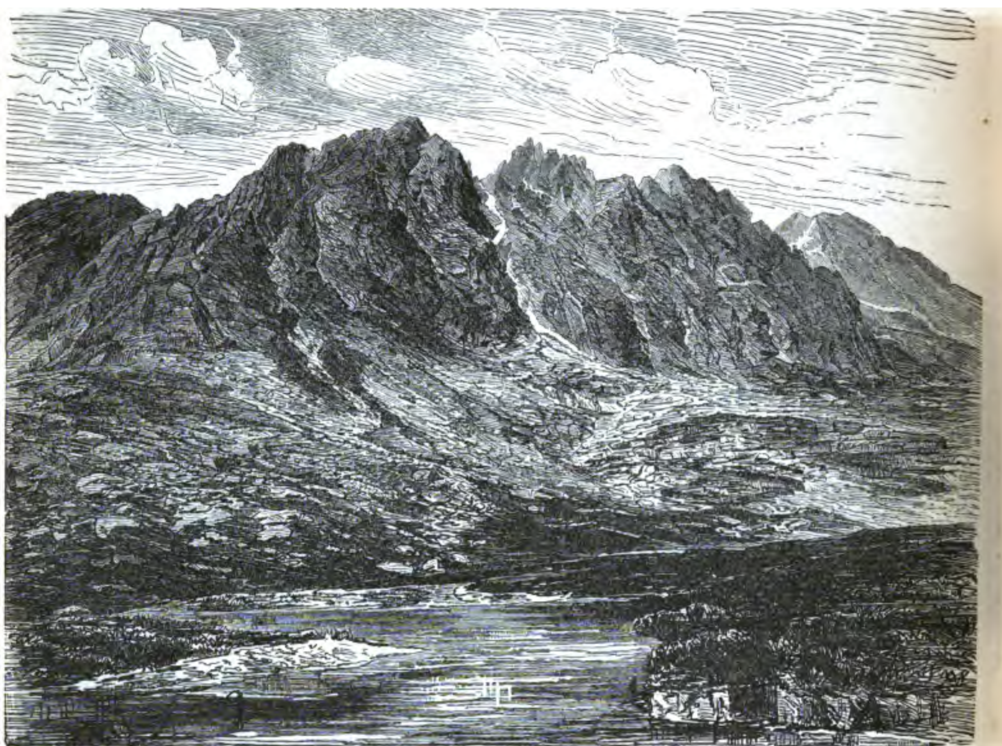


Fig. 137. — Lago di Felka presso Schmecks nel Tatra (Neumayr).
(*Lago di circo*).

della *riescavazione glaciale* (De Mortillet, Gastaldi), nella quale si supponeva la preesistenza dei bacini lacustri al periodo diluviale, il loro riempimento nel periodo stesso e la loro riescavazione operata dai ghiacciai. Questa seconda ipotesi fu per un momento offuscata dall'ipotesi *fiordica*, sostenuta con grande valentìa contemporaneamente dal Peschel in Germania e dallo Stoppani in Italia, ed in base alla quale i laghi prealpini dovrebbero considerarsi come fiordi del mare pliocenico padano, trasformati in laghi per effetto di sbarramento di materiali morenici ed alluviali (v. pagg. 119 e 120). Ma a questa ipotesi si obbiettò che quando i ghiacciai invasero le valli prealpine, queste già dovevano essere state sgombrate dal mare e riempite di materiali diluviali; d'altra parte tale ipotesi non valeva a spiegare le grandi profondità del fondo di alcuni laghi, rispetto al livello del mare (1). In seguito a più recenti studi, specialmente

(1) Dalla tabella dei dati morfometrici, annessa allo studio testè citato di O. Marinelli sui laghi italiani (cnfr. pag. 717), si deduce che il fondo del lago di



Fig. 138. — Il grande stagno (der grosse Teiche) nei Riesengebirge (Neumayr).
(*Lago morenico*).

dovuti al Taramelli, al Penck, al Gaistbeck ed al Brünner, molti vanno ora riaccostandosi all'ipotesi della riescavazione glaciale, mentre altri (Forel ed Heim) attribuiscono la formazione delle conche lacustri a cause tettoniche, ossia ad una depressione della parte centrale delle Alpi o ad un sollevamento delle regioni periferiche (1).

La limnologia considera i laghi sotto tutti gli aspetti: posizione, morfologia, morfometria, regime idrografico, natura fisica e chimica

---

Garda è a 281 m. sotto il livello del mare, quello del lago di Como a 215 metri, e quello del lago Maggiore a 176 metri.

(1) Un breve riassunto critico delle diverse ipotesi trovasi in appendice alla memoria del Taramelli, *Della storia geologica del lago di Garda*. Roveredo 1894. Per l'ultima ipotesi, di cui vi è solo un accenno nell'appendice stessa, vedasi: Heim, *Die Entstehung der Alpinen Randseen*. Zürich 1894.



Fig. 139. — Laghi dei Colli Albani (Lago di Albano, lago di Nemi, antico lago di Aricia). (*Laghi craterici*).

delle acque, condizioni climatologiche della regione, flora e fauna, condizioni antropogeografiche e specialmente navigazione(1).

In uno studio di geografia militare basterà prendere in considerazione quanto riflette la posizione, la morfologia ed il regime idrografico del lago, per le loro relazioni colle condizioni geografiche generali della regione, e più specialmente colle forme del suo terreno,

(1) Quali esempi di studio di un lago possono servire i seguenti:
Forel, *Le Léman.* Monographie limnologique. Lausanne 1892-95.
De Agostini, *Il lago d'Orta.* Torino 1897.

colla sua idrografia e col suo clima; si dovrà però procedere anche alla determinazione delle sue dimensioni planimetriche di lunghezza e larghezza ed esaminare le sue condizioni di navigazione, per la funzione che il lago può esercitare quale zona d'ostacolo o quale mezzo di comunicazione.

Forme incomplete di laghi sono le *lagune*, che fanno passaggio ai laghi costieri; gli *stagni* e le *paludi*, dei quali i primi sono caratterizzati da acque poco profonde e tranquille, le seconde da sviluppo di vegetazione acquatica e da periodi di prosciugamento, durante i quali generalmente si sviluppa la malaria.

Queste forme incomplete di laghi si presentano spesso in aggruppamenti che coprono grandi estensioni di terreno, formando quelle pianure acquitrinose, alle quali si danno i nomi di *maremme* in Italia, di *moors* e di *marshs* nei paesi dell'Europa nord-occidentale, di *tundre* in Siberia ecc.

III. — IL MARE

1. Lo studio geografico del mare. — Chiamasi comunemente *mare*, e più propriamente *oceano*, la massa d'acqua che occupa le parti più depresse, e fra di loro comunicanti, della crosta terrestre.

Tale massa, benchè una, si considera divisa in grandi scomparti (*oceani*), determinati dalla disposizione delle terre rispetto alla massa d'acqua, e fra di loro differenziantisi per la diversa estensione superficiale ed anche per altri caratteri fisici, quali la profondità, la natura del fondo, la distribuzione orizzontale e verticale della temperatura, la densità delle acque, i sistemi delle correnti aeree ed acquee, la varietà della flora e della fauna ecc. Gli oceani si suddividono poi in scomparti minori detti *mari*, che a seconda del loro minore o maggiore addentrarsi fra le terre, distinguonsi in *aperti* e *mediterranei*.

Lo studio geografico del mare (*oceanografia*, *pelagografia*, *talassografia*, v. pag. 229) considera questo elemento specialmente nei seguenti punti:

1° *Morfometria*, ossia misura dell'estensione e della profondità dei mari. La considerazione del primo elemento si riattacca allo studio della configurazione planimetrica del terreno (v. pag. 140); la misura del secondo è il risultato di operazioni di scandaglio (*batometria*) (1), che si eseguiscono prendendo quale riferimento, come

---

(1) Un cenno compendioso sulla costruzione delle carte idrografiche marittime e sulle operazioni di scandaglio trovasi nell'*Enciclopedia di arti ed industrie*

nell'ipsometria, il *livello medio* del mare (1). Tale valore medio del livello marino si determina mediante i *mareografi* o *mareometri* (2), ma esso presenta tuttavia differenze sensibili nei diversi mari e nei diversi punti dello stesso mare, per l'attrazione delle terre, cosicchè risulta più elevato nei mari chiusi e presso le coste, che non negli aperti ed al largo.

2° *Morfologia*, ossia studio della forma delle depressioni occupate dalle masse d'acqua. Tale studio si risolve in quello del *fondo* o *letto*, e delle *coste*. La considerazione della forma del fondo mette in evidenza il fatto della perfetta analogia fra la configurazione strutturale od originaria delle parti sommerse e delle parti emerse della crosta terrestre, cosicchè anche sul fondo del mare si hanno regioni pianeggianti ed altipiani, montagne, valli e valichi, vulcani ecc., ossia tutte quelle forme di terreno che sono dovute all'azione delle forze interne. Le differenze morfologiche fra le due parti della crosta terrestre si manifestano nella plastica del terreno, che nella parte emersa presenta tutte le accidentalità dovute al diuturno lavoro di demolizione e di costruzione degli agenti esterni, mentre nella parte sommersa assume forme raddolcite dal continuo lavoro di sedimentazione che si effettua sul fondo del mare.

La considerazione della morfologia delle coste costituisce un argomento, che ha per i nostri studi un particolare interesse, e del quale si terrà più innanzi parola.

3° *Natura del fondo* o *litologia marina*, che prende in esame la natura dei depositi ricoprenti il fondo del mare. Questi sono generalmente costituiti di materiali detritici, la di cui natura varia a seconda della distanza dalle coste, ed in base a tale fatto si distinguono in *depositi littoranei* e *depositi pelagici*. I primi sono rappresentati dai materiali che le correnti portano al mare, dove si depositano su estensione varia ed in ordine decrescente di peso e quindi di volume, in relazione alla forza di trasporto delle acque; cosicchè alla ghiaia, alle sabbie grossolane, succedono generalmente sabbie sottili e fanghiglie, sempre con predominio di elementi minerali.

---

già citata, alla voce: *Idrografia*, vol. IV, pag. 21 e seg. Per i metodi seguiti in Italia, vedasi la citata conferenza del comandante CASSANELLO (*Fonti e nota bibliografica per lo studio del terreno*, pag. 220).

(1) G. MARINELLI, *La Terra*, già cit., vol. I (cnfr. pagina 277 e seg., e pagg. 613, 614).

ZANOTTI-BIANCO, *Le livellazioni di precisione ed il livello medio del mare*. L'ingegnere civile e le arti industriali. Vol. 18°, 1892 (cnfr. pagg. 90, 99).

(2) E. DE CHAURAND, *Sommario delle lezioni di topografia*. Torino, Scuola di guerra 1897-98 (ed. litografata) (cnfr. Parte 8ª: *Cenni di geodesia*).

I secondi sono invece caratterizzati dalla grande copia di elementi organici, animali o vegetali, e constano per lo più di melme calcaree, silicee, argillose ecc.

4° *Natura fisica e chimica delle acque*, ossia studio della temperatura superficiale e verticale, del colore, della salsedine, della fosforescenza ecc.

5° *Moti del mare*, che dalle cause dirette determinanti, possono classificarsi in: moti mareosi, moti in corrente, moti ondosi. I primi periodici, i secondi costanti, gli ultimi variabili. Lo studio di questo argomento si risolve quindi in quello delle *maree*, delle *correnti* e delle *onde*.

6° *Fauna e flora marina*, ossia esame delle diverse specie di animali che popolano le acque marine e di vegetali che si sviluppano sul fondo del mare.

7° *Azione geografica del mare*, argomento che contempla l'influenza esercitata dal mare come agente trasformatore della superficie terrestre, come elemento modificatore dei climi, e lo considera nel suo grande valore antropogeografico.

Noi abbiamo solo qua e là incidentalmente toccato alcuni di questi argomenti, e fra di essi abbiamo trattato solamente con una certa estensione quello relativo all'azione del mare sulle forme del terreno. La natura dei nostri studi non ci permette però di soffermarci ulteriormente nella loro considerazione e ci consiglia invece di limitarci a quelli di essi, che possono direttamente interessare le operazioni della guerra terrestre; ora tale interesse è circoscritto alle coste, che possono ritenersi come la zona di confine tra il campo della geografia militare terrestre e quello della geografia militare marittima (1).

2. Le coste del mare (2). — Chiamasi *costa* quella zona di terreno che raccorda la superficie emersa della terra colla sommersa.

---

(1) Per studi speciali di oceanografia si potrà ricorrere alle seguenti opere:

Maury, *Geografia fisica del mare e sua metereologia* (trad. dall'inglese di Gatta). Torino 1872.

v. Boguslawski e Krümmel, *Handbuch der Ozeanographie.* Stuttgart, 1° vol., 1884, 2° vol., 1887.

Riassunti di tali studi trovansi, oltre che nei libri di geografia generale citati nella nota bibliografica del capitolo precedente, nelle seguenti pubblicazioni:

Bellio, *Il mare* (Manuale Hoepli). Milano 1886.

Millosevich, *Il mare sotto l'aspetto fisico.* Memorie della Società geografica italiana. Vol. V, parte I. Roma 1895.

(2) Le classificazioni ed i termini adottati in questo paragrafo sono in massima parte desunti dallo studio, in corso di pubblicazione, del Porena: *Della morfologia della superficie terrestre nella geografia e dei tipi di rilievo con la loro*

Tale zona può considerarsi costituita di due parti, l'una al di sopra e l'altra al di sotto del mare. La separazione fra le due parti è segnata da una linea, continuamente oscillante, e comprendente fra le sue posizioni estreme una striscia di terreno, alternativamente coperta e scoperta dalle acque; questa striscia chiamasi *spiaggia*, e la linea che segna il limite mutabile fra l'acqua e la terra, può dirsi *linea di spiaggia.*

La costa scende colla sua pendenza (*scarpa di costa*) sotto le acque, segnando così il naturale prolungarsi delle forme emerse nelle sommerse; talvolta la scarpa di costa ha un'inclinazione unica ed in tal caso la costa dicesi *conseguente*, tal'altra invece la parte sommersa, per effetto dell'azione dinamica del mare, presenta inclinazione diversa dalla emersa, cosicchè si può distinguere nella scarpa di costa una *scarpa sopramarina* ed una *scarpa sottomarina*, ed in questo caso la costa dicesi *inconseguente.*

Le coste presentano forme svariatissime, risultanti dai fenomeni di genesi, dovuti all'azione delle forze interne ed esterne, e soprattutto al diuturno lavoro delle acque del mare (v. pag. 111 e segg.).

Nello studio di queste forme conviene, per comodità di analisi, prendere in considerazione separatamente la configurazione orizzontale e la configurazione verticale, dalla coesistenza delle quali risulta la forma concreta della costa, quale si presenta in natura.

Considerando le coste nella loro configurazione orizzontale, possiamo distinguerle in *unite*, *incise*, *frastagliate* ed *articolate.* Diconsi unite quelle che hanno andamento pressochè rettilineo o dolcemente sinuoso. Incise, frastagliate ed articolate, quelle che presentano sporgenze e rientranze, frequenti e poco estese nelle prime; pure frequenti ma più profonde nelle seconde, cosicchè il contorno costiero assume un andamento frastagliato; meno frequenti, ma ampie e profonde nelle ultime, in modo che le parti sporgenti possano considerarsi come articoli, spiccati dal corpo delle terre.

Le rientranze sono rappresentate dalle *baie*, dai *seni* e dai *golfi*, colle quali denominazioni si distinguono rispettivamente le piccole incisioni, le sinuosità largamente aperte verso il mare ed a fondo curvilineo, e le maggiori rientranze della costa. A queste generiche

---

nomenclatura in italiano. Memorie della Società geografica italiana, Roma 1897. Con tale lavoro, condotto con grande conoscenza della materia e finezza di critica, l'illustre geografo va rendendo agli studi geografici italiani un segnalato servizio, quale è quello di sistemare la terminologia italiana delle forme del terreno, che presenta oggidì non poche lacune ed una deplorevole confusione. A tale studio rimandiamo per quelle più particolari distinzioni nelle forme delle coste, nelle quali non si è creduto necessario di entrare.

denominazioni se ne aggiungono altre locali, designanti speciali rientranze, quali quelle di *fiords*, *firths*, *rias*, *calas*, *scherm*, *canali*, *liman* ecc., delle quali si è già fatto parola (v. pag. 117 e 118).

Le sporgenze prendono nome di *punte*, se di piccole dimensioni; di *capi*, se di dimensioni maggiori; di *promontori*, quando presentano forme montagnose; e di *penisole*, se costituite da vere articolazioni.

Da tutto ciò si può facilmente capire che, indipendentemente dalla configurazione verticale, le coste unite poco si presteranno agli sbarchi, perchè completamente battute dai venti; mentre le incise, le frastagliate e le articolate favoriranno tali operazioni, offrendo punti dove le navi potranno essere al riparo dai venti, ed il grado di attitudine dei diversi punti sarà dato dalla ubicazione delle sporgenze rispetto alla direzione dei venti dominanti. I punti adatti agli sbarchi si designano comunemente colle denominazioni di *rade* o di *ancoraggi*, quantunque il primo di tali termini possa applicarsi anche a punti di coste unite, dove il riparo offerto da un'isola costiera o da rilievi della costa contro i venti dominanti, favorisca la stazione delle navi, ed il secondo possa in genere applicarsi a tutte quelle località, dove si possono gettare le ancore.

La nozione delle forme delle coste trova il suo naturale complemento nella considerazione del loro profilo, in base al quale esse possono distinguersi in *piane* o *basse* ed in *erte* od *elevate*.

Le piane o basse sono quelle generalmente corrispondenti alle regioni pianeggianti costiere. In dipendenza dei fenomeni cui devono la loro origine, sono per lo più unite, conseguenti, e si protendono con leggera inclinazione per estesi tratti nel mare. Per effetto poi dell'azione costruttrice del mare e delle correnti, presentano di frequente formazioni lagunari e sono spesso infestate dalle dune, perchè generalmente costituite di materiali sabbiosi sciolti, e fortemente battute dai venti.

Le erte od elevate corrispondono invece a regioni montuose e possono essere indifferentemente unite, incise, frastagliate od articolate. Le unite, e generalmente le incise, devono il loro modellamento all'azione erosiva delle onde (v. pag. 112 e seg.); le frastagliate e le articolate sono il prodotto di azioni dislocatrici e di mutazioni positive nel livello del mare, effettuatesi con maggiore intensità nelle seconde che non nelle prime.

Le coste erte, unite od incise, sono generalmente inconseguenti, le altre per lo più conseguenti.

Queste nozioni sul profilo delle coste valgono a completare quanto si è detto, a proposito della configurazione orizzontale, intorno alle condizioni d'approdo. Cosicchè si può dire che le coste elevate, frastagliate od articolate, quando hanno scarpa di costa sopramarina

non troppo ripida, sono quelle che meglio si prestano agli sbarchi, perchè permettono di avvicinare le imbarcazioni alla costa, presentano buon terreno di sbarco ed offrono alle navi riparo dai venti. Poco buone condizioni presentano invece le coste elevate unite od incise, per non sufficiente schermo alle navi, poca facilità di accostamento essendo inconseguenti, e difficoltà di sbarco per la ripidezza della scarpa sopramarina. Nè migliori condizioni sono offerte dalle coste basse, perchè battute dai venti, coperte sul dinnanzi da bassi fondi e nell'interno da paludi, lagune, dune ecc.

A completare lo studio delle coste, sotto al punto di vista degli sbarchi, occorre però prendere in esame anche la natura del fondo del mare, fino ad una certa distanza dalla costa, e ciò per vedere se non esistano scogliere a fior d'acqua, pericolose per le manovre delle navi, e se si abbiano buone condizioni d'ancoraggio.

IV. — INFLUENZA DELLE ACQUE NELLE OPERAZIONI DI GUERRA

La circolazione sotterranea delle acque esercita un'indiretta influenza nelle operazioni di guerra, poichè essa costituisce uno dei principali determinanti delle condizioni agricole delle regioni, e quindi, come vedremo trattando della vegetazione e delle coltivazioni, concorre a determinarne i caratteri tattici e i logistici.

Oltre a ciò, la circolazione sotterranea delle acque influisce direttamente sulle condizioni logistiche di una regione, dipendendo in gran parte da essa l'alimentazione acquea delle truppe. Data l'importanza di questo mezzo di sussistenza e la difficoltà di sopperire alla sua deficienza con trasporti, si comprende come tutto quanto possa servire di guida in materia, costituisca un elemento preziosissimo sia in studi preliminari di operazioni militari, sia durante le operazioni stesse.

A questo riguardo ricordiamo come in massima la questione della ricerca delle acque sotterranee si basi sulla conoscenza della natura dei terreni rispetto all'infiltrazione e del loro andamento stratigrafico, e quindi come tali nozioni possano servire a dare un'idea, sotto questo rispetto, delle condizioni logistiche di una regione; mentre tali nozioni, unitamente a quelle norme, suggerite dall'esperienza, cui abbiamo accennato, possono condurre a rintracciare acqua

relativamente abbondante, anche là dove apparentemente essa non esiste (1).

In casi di terreni molto fessurati, come ad esempio i calcari, le nozioni anzidette valgono solo ad insegnarci che le sorgenti sono irregolarmente disposte, localizzate a pochi punti e generalmente ricche d'acqua; ma anche tale generica nozione ha, in uno studio preliminare, il suo valore, poichè essa ci dice che colla localizzazione delle sorgenti vi sarà localizzazione di vita, e perciò le truppe potranno trovare comode stazioni non ovunque vi si prestino le condizioni del terreno, ma solo là dove le carte segnano abitati.

La nozione relativa alla natura dei terreni rispetto all'infiltrazione vale anche a dare un'idea della praticabilità logistica e tattica delle regioni, ossia delle condizioni di percorribilità delle strade e dei terreni adiacenti, che sarà molto diversa, a seconda che si tratti di terreni permeabili come, per esempio, i sabbiosi, o di terreni impermeabili, come ad esempio gli argillosi. Questi ultimi presentano infatti, nei periodi di pioggia, condizioni tali da rendere penosa la marcia delle truppe e del carreggio sulle strade, difficili le mosse delle fanterie ed impossibili quella delle artiglierie nei terreni adiacenti. La nostra regione collinosa dell'Astigiano e del Monferrato, e molte zone subappenniniche, dove abbondano le argille e le marne, danno a questo riguardo esempi evidenti.

Più ancora dell'idrografia sotterranea, esercita però un'importante influenza sulle operazioni di guerra l'idrografia superficiale, poichè essa è uno degli elementi che meglio valgono a determinare la fisonomia strategica, logistica e tattica delle regioni pianeggianti.

Le correnti possono funzionare quali linee di ostacolo o quali linee di comunicazione (2).

Il valore complessivo delle correnti, considerate quali linee d'ostacolo, dipenderà dalle loro qualità intrinseche, inerenti allo sviluppo, larghezza, massa d'acqua, forme delle sponde e del terreno adiacente ecc., e tale valore varierà nei diversi tratti del corso delle correnti. Nella parte superiore, infatti, l'entità dell'ostacolo idro-

---

(1) Per il rapido impianto di pozzi, le truppe del genio sono provviste di *pozzi tubolari Northon*, che servono per profondità inferiori a 9 metri; per profondità maggiori si usano altri pozzi tubolari, coi quali si possono raggiungere veli acquiferi ad oltre 50 metri dal soprasuolo. V. PARETO-SACHERI, *Enciclopedia di arti ed industrie*, vol. VI già cit. (cnfr. alla voce: *Pozzi e cisterne*).

(2) LINEA DI COMUNICAZIONE (*comunicazioni, retrovie*) (franc. *communications;* ted. *Verbindungslinie ;* ingl. *line of communication*). — La comunicazione od il fascio di comunicazioni, convenientemente organizzate, mediante le quali l'esercito operante si mantiene collegato colla propria base d'operazione.

grafico scompare di fronte all'importanza degli elementi orografici che lo fiancheggiano; nel corso medio, questi ultimi, non più rappresentati che dai terrazzi fluviali, scemano invece gradatamente d'importanza; e quando infine la corrente entra nel piano, si può dire che il suo valore risieda quasi totalmente nell'elemento idrografico, sia per la massa delle sue acque, sia per le condizioni altimetriche della corrente, rispetto al terreno latistante, che specialmente in corrispondenza dell'ultimo tronco, presenta zone paludose o facilmente innondabili, dove la praticabilità è limitata alle poche strade in rilievo.

Considerata la corrente come linea di comunicazione, la sua importanza dipende dalle condizioni che essa offre alla navigazione.

Queste considerazioni servono a determinare il valore assoluto di una corrente, il di cui apprezzamento complessivo risulterà dalla sintesi degli apprezzamenti parziali, riferiti ai seguenti punti:

1° Sviluppo dell'alveo in lunghezza, e sue dimensioni in larghezza in corrispondenza dei vari tratti.

2° Forme e natura dell'alveo, ossia delle sue sponde e del suo fondo, con speciale riguardo alle condizioni di accessibilità e tattiche delle prime, alle condizioni che il secondo presenta al gittamento dei ponti (isole, secche, bassifondi ecc.) ed alla guadabilità (ghiaia, sabbia, fango ecc.).

3° Regime della corrente e suoi moduli di magra e di piena.

4° Misure della larghezza, profondità e velocità della corrente nei suoi diversi tratti e nei suoi periodi di magra e di piena.

5° Punti di passaggio stabili (ponti, porti ecc.), punti di passaggio eventuali (ponti, porti, guadi ecc.), punti atti al gittamento di ponti, ai passaggi a guado, a nuoto ecc. (1).

6° Strade di accesso o fiancheggianti la corrente.

7° Navigabilità della corrente.

8° Funzione strategica della corrente, suo valore tattico complessivo come ostacolo, condizioni tattiche dei suoi punti di passaggio, e suo valore logistico come linea di comunicazione.

Il valore relativo di una corrente è dato dalla sua posizione nella regione e dal suo orientamento, rispetto alla direzione delle operazioni.

Una corrente sviluppantesi con andamento parallelo alla direttrice delle operazioni, e situata ad uno dei margini della regione, potrà funzionare come appoggio d'ala e, se navigabile, come linea di comunicazione. Tale fu, ad esempio, la doppia funzione del Danubio

---

(1) Per le condizioni richieste dai diversi modi di passaggio v. *Manuale per l'ufficiale del genio in guerra.* Roma 1895 (cnfr. parte IV: *Ponti militari*; articolo 1°: *Passaggio delle acque*).

per Napoleone nella campagna del 1805, da Ulma a Linz (1); e del Po nella prima parte della campagna del 1848 per l'esercito piemontese (2).

Nel caso che la corrente, sempre disposta parallelamente alla direttrice delle operazioni, si sviluppi nell'interno della regione, potrà, se navigabile, funzionare come linea di comunicazione, ed in ogni caso costituirà un elemento disgiuntivo, separante la regione in due zone d'operazione. E qui il vantaggio sarà per quello dei due partiti che ha maggiore facilità di manovra a cavallo della corrente, poichè esso avrà sempre la possibilità di operare sul fianco od alle spalle del nemico; oppure di ripiegare su una delle due zone, frapponendo fra sè e l'avversario l'ostacolo della corrente. Tali manovre sono agevolate da quei punti fortificati, che sorgono sulle due rive del corso d'acqua, e che sono designati colla denominazione di *doppie teste di ponte.* Esempi eloquenti di simili manovre ci sono offerti nella campagna del 1813 dalle operazioni di Napoleone attorno a Dresda (3); ed in quella del 1859 dalle mosse degli Alleati e degli Austriaci rispettivamente basate su Alessandria e Casale, e sui punti permanentemente fortificati di Piacenza e Pavia e su quello provvisoriamente afforzato di Vaccarizza (4).

Una corrente sviluppantesi con direzione perpendicolare all'andamento delle operazioni, costituisce una linea di difesa strategica atta a coprire la zona di schieramento, la base d'operazione di un esercito, od una regione qualsiasi del teatro d'operazione. Tali furono le funzioni: dell'Adige nel 1796 contro gli attacchi degli Austriaci procedenti dal Friuli (5); della linea Reno-Meno, e quindi del Lech e dell'Inn, nella campagna del 1805 per i Francesi (6); della linea Sesia-Po per gli Alleati nella campagna del 1859 ecc. (7). Simile funzione può però essere esercitata anche da correnti situate nell'interno del teatro d'operazione e disposte parallelamente alla direttrice delle operazioni, poichè appoggiandosi a linee d'ostacolo così orientate, si ha la possibilità di manovrare sul fianco del nemico. Nella campagna del 1848 l'esercito piemontese, battuto sul Mincio, avrebbe potuto trovare più efficace appoggio nella linea del Po disposta parallelamente alla direttrice delle operazioni, che non in quella dell'Adda ad essa perpendicolare (8).

L'andamento della corrente, considerato nel suo complesso rispetto alla fronte d'operazione, può essere rettilineo o curvilineo.

L'andamento rettilineo obbliga i due partiti ad assumere fronte d'operazione parallelo e limita la manovra all'azione frontale. Tale condizione è in massima favorevole alla difensiva, ma può offrire

---

(1-8) Barone, *1796*, *1805*, *1813*, *1848-49*, *1859*. Torino, in corso di pubblicazione.

all'offensiva intraprendente opportunità di sfondare la linea in qualche punto, allorchè abbia saputo con abili dimostrazioni indurre il nemico ad allargarsi su tutto il fronte. Esempio: la manovra di Bonaparte nel 1796, colla quale sfondò la linea del Mincio a Valeggio (30 maggio) (1).

L'andamento curvilineo, sia concavo che convesso, presenta sempre il vantaggio di una grande libertà di manovra, offrendo più linee d'operazione e di ritirata (2), e presentando ai due partiti le condizioni strategiche reciproche, inerenti alle basi d'operazione a due lati.

Condizioni strategiche analoghe presentano le fronti costituite dalla confluenza di due correnti, che disegnano pure linee spezzate a saliente o rientrante verso il nemico. In tali casi possono dar luogo a speciali situazioni strategiche: l'inclinazione di una delle correnti rispetto all'altra, la direzione delle linee d'operazione, la maggiore o minor possibilità di manovra a cavallo delle correnti, le condizioni del terreno laterale, ecc. Alcuni di tali casi si presentano nella valle del Po, quando si consideri la corrente principale nei suoi rapporti cogli affluenti, e specialmente con quelli di sinistra, i quali presentano angoli di affluenza molto diversi (v. pag. 103), spesso differenti condizioni di terreno laterale, e particolari funzioni strategiche a seconda che la linea d'operazione si sviluppi con direzione parallela al Po (campagne 1796, 1848-49, 1859, ecc.), oppure possa considerarsi come ripiegante verso l'Italia centrale (operazioni d'invasione della penisola).

Punti militarmente importantissimi delle reti idrografiche sono quelli dove confluiscono due o più correnti, poichè essi rappresentano posizioni centrali, dalle quali si può manovrare contro le masse nemiche, separate dai corsi d'acqua. Per l'attuazione di tale manovra occorrono però quelle condizioni di spazio o di tempo che sono indispensabili per la riuscita di un'operazione per linee interne; è cioè necessario l'essere padroni di una vasta zona di territorio attorno al punto di confluenza delle correnti, od avere nei diversi settori elementi difensivi tali, da poter arrestare la marcia di una parte del nemico, mentre si fa massa contro l'altra. Esempi istruttivi al riguardo offrono, nel campo strategico, le manovre di Napoleone

---

(1) BARONE, op. cit.

(2) LINEA D'OPERAZIONE (franc. *ligne d'opération;* ted. *Operationslinie;* ingl. *line of operation*). La comunicazione od il fascio di comunicazioni, in condizioni di mutuo appoggio tattico, che l'esercito operante percorre nel suo movimento in avanti od in ritirata; in questo secondo caso dicesi più propriamente *linea di ritirata.*

del 1814 nel bacino di Parigi, e la battaglia di Lipsia del 1813 nel campo tattico (1).

I grandi laghi, quando fanno parte di una linea di difesa strategica, costituiscono elementi di copertura della propria fronte e di disgiunzione delle forze nemiche, atti ad aumentare l'ostacolo che la linea stessa presenta, mentre per mezzo di flottiglie che su di essi si organizzino, si può efficacemente concorrere alla difesa attiva della linea. Quando poi i laghi si allungano nel senso della direttrice delle operazioni, possono colla loro navigazione costituire utili sussidiari alle linee di comunicazione terrestri. I nostri grandi laghi subalpini rispondono precisamente a queste diverse funzioni, nel caso di operazioni procedenti dalla zona alpina verso quella del Po o viceversa.

Gli aggruppamenti di piccoli laghi, come pure le zone di stagni, di paludi, di acquitrini ecc., costituiscono elementi d'ostacolo, talora considerevoli, limitanti la praticabilità delle regioni che coprono; e generalmente l'ostacolo riflette anche la possibilità di stazione, poichè, oltre all'angustia dello spazio, si hanno in tali zone condizioni igieniche sfavorevoli al prolungato soggiorno delle truppe. Questi elementi potranno avere funzioni diverse, a seconda della loro posizione nel teatro d'operazione e del loro orientamento rispetto alla direttrice delle operazioni. In massima si può dire che quando coprono regioni interne, costituiscono elementi disgiuntivi; quando si stendono lungo i margini di un teatro d'operazione, funzionano, a seconda della direzione delle operazioni, o come elementi di copertura e di separazione delle forze nemiche, o come appoggi d'ala.

Il mare assume un alto grado d'importanza negli studi di geografia militare, poichè costituisce in molti casi la frontiera naturale degli Stati (2). Esso rappresenta perciò molte volte un elemento di limitazione dei teatri d'operazione terrestri, formando uno o più lati degli

---

(1) Barone, op. cit.

(2) Intorno all'influenza diretta ed indiretta che l'azione marittima può esercitare sullo sviluppo delle guerre terrestri, vedansi le opere qui indicate:

Mahan, *The influence of sea power upon history* (1660-1783). London 1889.

Id., *The influence of sea power upon the French revolution and Empire* (1793-1812). London 1892.

Callwell, *Effect of maritime command on land campaigns since Waterloo.* London 1897.

Di quest'ultima opera si sta pubblicando una traduzione italiana, per cura del Comando del Corpo di Stato maggiore.

Intorno agli scritti dei due autori sopraindicati, vedasi il recente studio critico di Bonamico: *Mahan e Callwell* nella *Rivista marittima*, ottobre-novembre-dicembre 1897, e febbraio-marzo-aprile 1898.

stessi; e le sue funzioni variano a seconda dell'orientamento di tali lati rispetto alla direttrice delle operazioni, e dipendentemente dal fatto del dominio del mare, che può appartenere all'uno o all'altro dei belligeranti.

Nel caso che il lato marittimo del teatro d'operazione sia disposto parallelamente alla direttrice delle operazioni, il mare funziona come appoggio d'ala per ambedue i partiti, ed il vantaggio sarà per quello di essi, che avendone il dominio, potrà sviluppare azioni concorrenti da terra e da mare, avvolgendo l'ala del nemico, che si appoggia al mare, o minacciandone le spalle. E qui assume grande importanza l'andamento della costa rispetto a quello della direttrice delle operazioni, potendo i due elementi, considerati nei loro reciproci rapporti di direzione, essere convergenti o divergenti, e permettere quindi nel primo caso la cospirazione delle forze terrestri e marittime, dar luogo nel secondo ad azioni divergenti. Prendendo, ad esempio, in considerazione il Mare ligure ed il golfo del Leone, in caso di guerra tra Italia e Francia, si vede che la costa, sviluppantesi parallelamente alla direttrice principale delle operazioni: Piacenza-Torino-Lione, rappresenta per i due belligeranti un appoggio d'ala, con evidente vantaggio per quello dei due, che dal dominio del mare ripete la possibilità di manovrare contro l'ala meridionale od alle spalle dell'altro. Tale vantaggio sarà però maggiore per la Francia, per il fatto della convergenza della costa e della direttrice delle operazioni verso gli obbiettivi della valle del Po; mentre i reciproci rapporti di direzione di tali elementi verso Francia, condurranno l'Italia ad azioni divergenti su Lione e sulle coste nizzarde e provenzali.

Quando il lato marittimo è disposto normalmente alla direttrice delle operazioni, il mare non può funzionare che come base di operazione, e ciò tanto nel caso di un attaccante, il quale, effettuato lo sbarco, proceda all'invasione del territorio nemico, quanto in quello di un difensore, che ripieghi su una delle frontiere marittime del paese.

Da tutto ciò si vede come la principale funzione strategica del mare sia quella di base d'operazione, la quale funzione, per la particolare caratteristica di mobilità, inerente ad una base d'operazione marittima, implica in sè, specialmente per il caso di operazioni offensive, la funzione di linea d'operazione. Quest'ultima rappresenta infatti la vera azione del mare rispetto ad obbiettivi terrestri, per cui esso costituisce un mezzo atto a portare le offese sul territorio nemico, concorrentemente ad azioni terrestri od indipendentemente da queste.

L'utilizzazione del mare come linea d'operazione, ossia lo studio delle così dette *spedizioni marittime*, è questione di compendio del-

l'arte militare navale (1), tuttavia la geografia entra nella soluzione dei problemi che da tale questione risultano, col dare i criterj occorrenti per la scelta dei punti più atti agl'imbarchi e di quelli più propizi per operazioni di sbarco.

I criteri che devono presiedere alla scelta di tali punti sono molto complessi e di diverso ordine: strategico, logistico, tattico e nautico.

La scelta dei punti d'imbarco va fatta, secondo il nostro *Memoriale per l'ufficiale di stato maggiore* (2), tenendo conto:

1° della facilità di trasportarvi la truppa da imbarcare;

2° della facilità di riunirvi le navi occorrenti e di rifornirle di carbone, viveri ed acqua;

3° della facilità d'imbarco per truppe e materiali;

4° della posizione dei detti porti rispetto al luogo di destinazione.

Da tali norme si ricava che i punti da preferirsi saranno sempre i grandi porti militari e commerciali, perchè essi sono generalmente in buone condizioni di comunicazione coll'interno del paese; presentano le migliori qualità nautiche, sia per rispetto alla riunione delle navi ed ai loro rifornimenti, sia per rispetto alle operazioni d'imbarco delle truppe e materiali; sono molte volte organizzati a difesa, e quindi al riparo da offese nemiche. La sola condizione, cui questi porti non sempre soddisferanno, è quella della minima distanza dagli obbiettivi, ma tale condizione è oggidì, coll'aumentata velocità delle navi, di importanza secondaria, di fronte ai grandi vantaggi che i porti presentano rispetto ai punti di spiaggia naturale.

Si può pertanto ritenere che la libertà di scelta dei punti d'imbarco è assai ristretta, dovendo limitarsi a quelli dove esistono grandi porti militari o commerciali.

Meno circoscritta è la scelta dei punti di sbarco, quantunque

---

(1) LOVERA DI MARIA, *Conferenze tenute al corso speciale della Scuola superiore di guerra.* Firenze 1869.

BONAMICO, *I primi elementi della guerra marittima. Lezioni svolte alla Scuola superiore di guerra.* Torino 1880.

MESTURINI, *Lezioni di arte militare marittima fatte alla Scuola di guerra* (ed. litografata). Torino 1885.

BAGINI, *Brevi considerazioni sull'arte militare navale per uso degli ufficiali allievi della Scuola di guerra* (ed. litografata). Torino 1894.

LENCHANTIN, *Operazioni militari marittime.* Rivista militare italiana, 1896. Contiene indicazioni bibliografiche sull'argomento.

SAINT PIERRE, *Appunti di arte militare navale per gli ufficiali del 3° corso della Scuola di guerra* (ed. litografata). Torino 1897.

ELMSLIE, *Gli sbarchi di corpi d'operazione sopra coste nemiche* (traduzione dall'inglese). Rivista militare italiana, 1898.

(2) CORPO DI STATO MAGGIORE. Roma 1892.

anch'essi possano considerarsi come prestabiliti per ogni paese dalla ricognizione del suo littorale, dovendo essi soddisfare ad un complesso di condizioni non facili a verificarsi.

La prima di tali condizioni è quella di un'opportuna situazione strategica rispetto agli obbiettivi che si vogliono raggiungere ed ai centri di resistenza del nemico. Soddisfatta tale condizione, si procede nella zona prescelta alla determinazione delle località, che presentano le migliori condizioni nautiche, logistiche, tattiche.

Dal punto di vista nautico la scelta dovrà esser fatta tenendo conto:

1° della necessità di acque tranquille, ossia di riparo dai venti dominanti; questa condizione è essenziale nel caso che la flotta debba stare all'ancora per lungo tempo nella zona di sbarco, per mantenersi al contatto col corpo sbarcato; ha minore importanza quando la flotta possa trovare un punto d'appoggio in località vicine.

2° dell'estensione della spiaggia, che deve essere proporzionata alla forza da sbarcare (1);

3° della natura del fondo, che non dovrà presentare scogli a fior d'acqua inceppanti la manovra delle navi, ed esser buon tenitore, ossia dar presa alle ancore (2);

4° della profondità del mare presso la spiaggia, che deve essere tale da permettere alle navi di accostare al massimo possibile, abbreviando e semplificando così le operazioni di passaggio dalle navi alla spiaggia (3).

Sotto il rispetto tattico converrà prendere specialmente in considerazione i seguenti punti:

1° configurazione orizzontale della spiaggia, che offre le migliori

---

(1) Si calcola circa 3500 m. di buona spiaggia per ogni divisione. BONAMICO, *I primi elementi della guerra marittima*, ecc., già cit. (cnfr. pag. 342).

(2) Sono buoni tenitori i fondi fangosi, mediocri quelli di sabbia e di alghe, cattivi i ghiaiosi e rocciosi.

Le carte idrografiche marittime, oltre la batometria, danno generalmente indicazioni sulla natura del fondo. In quelle delle nostra marina sono usate le seguenti convenzioni:

alg = alghe;
f = fango;
p = pietre;
r = roccia;
s = sabbia.

(3) La profondità del mare presso la spiaggia è rappresentata dall'inclinazione della *scarpa sottomarina;* buone condizioni di accostamento si hanno con inclinazioni superiori al 10 per cento.

L'isobata di 10 m. indica il limite di accostamento per le grosse navi.

condizioni quando è rappresentata da una sporgenza verso il mare, per cui è possibile incrociare i tiri delle navi sulle difese del nemico (1);

2° configurazione verticale della spiaggia, che non deve essere nè piatta, nè troppo erta, poichè nel primo caso mancherebbe la voluta profondità e si avrebbero lagune, paludi, dune ecc., inceppanti l'accesso; nel secondo, questo sarebbe reso difficile dall'inclinazione del terreno.

3° condizioni tattiche della spiaggia, che dovranno essere tali da permettere la sistemazione di una testa di sbarco, e da non agevolare l'azione difensiva del nemico. Sotto il primo rispetto sono favorevoli le coste che presentano a breve distanza dal mare linee di alture con andamento concavo verso il mare; sotto il secondo, sono da evitarsi quelle coperte da zone boscose o presentanti, a distanza tale dalla spiaggia da non poter essere battute dalle navi, posizioni atte ad impedire l'avanzata delle truppe sbarcate.

Dal punto di vista logistico la scelta potrà essere determinata dai seguenti fatti:

1° fittezza ed orientamento della rete stradale, da cui dipende la maggiore o minor facilità di procedere verso l'interno;

2° risorse in viveri, foraggio ed acqua nella zona di sbarco, occorrenti al completamento dei mezzi di sussistenza trasportati, ed alla costituzione di una base d'operazione costiera fissa, in sostituzione di quella mobile del mare;

3° condizioni di clima delle zone di sbarco, che, specialmente lungo coste paludose, possono essere tali da rendere perniciosa la stazione delle truppe sbarcate.

Queste due ultime condizioni però hanno importanza relativa, poichè le truppe sbarcate possono, mediante spostamenti immediati, trovare in località vicine zone atte alla loro stazione ed alla costituzione di una base d'operazione costiera.

---

(1) La configurazione ideale sarebbe rappresentata da una piccola penisola, chiusa al suo punto di attacco col continente da un rilievo montuoso. A questo ideale risponde la penisola di Sidi Ferruch ad O. di Algeri, dove sbarcò il generale Bourmond nel 1830. SAINT PIERRE, *Appunti di arte militare navale*, ecc., già cit. (cnfr. pag. 473).

FONTI E NOTA BIBLIOGRAFICA

per lo studio delle acque.

Le principali fonti ufficiali italiane per lo studio delle acque sono da ricercarsi specialmente:

1° per l'idrografia sotterranea, nelle pubblicazioni del *R. Ufficio geologico* (*Memorie descrittive della carta geologica d'Italia* e *Note originali* del *Bollettino del R. Comitato geologico*);

2° per l'idrografia superficiale terrestre, nelle pubblicazioni del *Ministero dei lavori pubblici* (*Cenni monografici sui singoli servizi:* V. *Fiumi;* VI. *Navigazione interna;* VII. *Concorsi idraulici;* VIII. *Bonificazioni*), e nei lavori del *Ministero d'agricoltura, industria e commercio* (*Carta idrografica d'Italia e Memorie illustrative della stessa*);

3° per l'idrografia marittima, nelle carte dell'*Ufficio idrografico della Regia Marina.*

Nel capitolo sulle fonti per lo studio del terreno (v. pag. 219) si sono già indicate le pubblicazioni, cui si potrà ricorrere per avere notizie intorno ai lavori suindicati; a questo semplice cenno qui ora si aggiunge una nota delle opere speciali riflettenti lo studio dell'idrografia, seguendo gli stessi concetti e le stesse norme già adottate nella nota corrispondente per lo studio del terreno. Si avverte però che in quasi tutte le opere generali, indicate a pag. 222 e segg., sono contenute trattazioni più o meno ampie degli argomenti riflettenti lo studio dell'idrografia.

Nella seguente nota si è data una certa estensione alla bibliografia dell'Italia, dove gli studi idrografici furono sempre tenuti in grande onore; si è invece per gli altri paesi accennato solamente ad alcune opere, di epoche diverse, che valessero a dare un'idea di questi studi nei diversi momenti. I lavori citati sono di carattere essenzialmente teorico, essendo stati in massima esclusi quelli puramente descrittivi; a questo riguardo si aggiunge che per lo studio delle acque correnti in Italia, si potranno trovare numerose indicazioni bibliografiche nel *Saggio per una bibliografia dei fiumi italiani*, in appendice al vol. V: *Fiumi*, dei *Cenni monografici* del Ministero dei lavori pubblici sopra citati.

BARATTIERI, *Architettura d'acque*, Piacenza 1699.

ZENDRINI, *Considerazione sopra la storia naturale delle acque correnti.* Ferrara 1717.

GUGLIELMINI, *Della natura dei fiumi. Trattato fisico-matematico.* Bologna 1729 e 1821.

MICHELOTTI, *Sperimenti idraulici diretti principalmente a confermare la teorica e facilitare la pratica del misurare le acque correnti.* Torino 1767.

LECCHI, *Memorie idrostatiche.* Modena 1775.

CASTELLI, *Della misura delle acque correnti.* Bologna 1822.

MICHELINI, *Della direzione dei fiumi.* Bologna 1822.

FRISI, *Dei fiumi e dei torrenti.* Bologna 1823.

MENGOTTI, *Idraulica fisica e sperimentale.* Bologna 1823.

ZANOTTI, *Ragionamento sopra la disposizione dell'alveo dei fiumi verso lo sbocco nel mare.* Bologna 1823.

LEONARDO DA VINCI, *Del moto e misura dell'acqua.* Bologna 1828.

BONATI, *Esperienze intorno al corso dei fiumi.* Bologna 1829.

PANCALDI, *Delle inalveazioni dei torrenti arginati.* Bologna 1830.

TADINI, *Di varie cose all'idraulica scienza appartenenti.* Bergamo 1830.

ID., *Istituzioni di architettura statica ed idraulica.* Mantova 1855.

CAVALIERI SAN BERTOLDO, *Del primato italiano nella scienza idraulica.* Roma 1863.

LOMBARDINI, *Della natura dei laghi e delle opere intese a regolarne l'efflusso.* Milano 1866.

ID., *Guida allo studio dell'idrologia fluviale e dell'idraulica pratica.* Milano 1870.

ID., *Importanza degli studi sulla statistica dei fiumi, con cenni intorno a quelli finora intrapresi.* Milano 1871.

ID., *Dell'origine e del progresso della scienza idraulica nel Milanese ed in altre parti d'Italia,* 1872.

BRIGHENTI, *Ricerche geometriche ed idrometriche.* Bologna 1871.

PALEOCAPA, *Sull'influenza che possono avere sull'alzamento del fondo di un fiume da valle a monte, l'avanzamento della sua foce in mare, ed il conseguente prolungamento dell'ultimo suo tronco.* Venezia 1872.

POSSENTI, *Intorno ai provvedimenti proposti ed applicati allo scopo di attenuare le portate massime dei fiumi.* Milano 1873.

TATTI, *Delle cause principali delle piene dei fiumi e di alcuni provvedimenti per diminuirli.* Milano 1873.

ID., *Le traverse, briglie o serre.* Milano 1876.

TYNDALL, *Le forme dell'acqua. Nubi e fiumi, ghiaccio e ghiacciai* (traduzione dall'inglese). Milano 1877.

CALANDRA, *Sulle acque potabili.* Torino 1880.

TURAZZA, *Trattato di idrometria e di idraulica pratica.* Padova 1880.

GILARDINI, *Rivista apologetica dei principî e delle regole dell'idraulica italiana.* Roma 1886.

UZIELLI, *Studi di geologia idraulica.* Firenze 1886.

ID., *Studi di geologia topografica e idraulica.* Roma 1889.

ALESSANDRI e MAGGI, *Acque potabili considerate come bevanda dell'uomo e dei bruti.* Milano 1887.

NAZZANI, *Trattato di idraulica.* Milano 1889.

PORENA, *I fiumi.* Roma 1889.

SPATARO, *Igiene delle abitazioni.* Vol. II. *Igiene delle acque.* Milano 1891.

VALENTINI, *Della sistemazione dei fiumi.* Milano 1893.

Per lo studio delle altre forme dell'acqua vedansi le opere già indicate nelle note a piè di pagina, e qui per ciascuna di esse forme contro richiamate:

Acque sotterranee: pagg. 234 e 237.
Ghiacciai: pagg. 79 e 246.
Laghi: pagg. 258, 262, 265 e 266.
Mari: pagg. 112, 122, 126, 268 e 269.

FABRE, *Essai sur la théorie des torrents et des rivières.* Paris 1767.

DAUSSE, *Études relatives aux inondations et à l'endiguement des rivières.* Paris 1872.

ID., *Études de hydraulique pratique.* Paris 1872.

COSTA DE BASTELICA, *Les torrents, leurs lois, leurs causes, leurs effets.* Paris 1874.

BOUSSINESQ, *Essai sur la théorie des eaux courantes.* Paris 1877.

METCHNIKOFF, *La civilisation et les grandes fleuves historiques.* Paris 1884.

THOULET, *Océanographie statique — Océanographie dinamique.* Paris 1890 e 1896.

LEVY-SALVADOR, *Hydraulique agricole.* I Partie: *Cours d'eau non navigables, ni flottables.* Paris 1896.

LECHALAS, *Montagnes et torrents.* Paris 1883.

ID., *Hydraulique fluviale*, Paris 1884.

DELEBECQUE, *Atlas des lacs français.* Paris, senza data.

ID., *Les lacs français.* Paris 1898.

JACOTTET, *Les grandes fleuves.* Paris 1887.

Indicazioni di altri libri trovansi a pagg. 104, 108, 111, 234, 248, 250, 258 e 266.

WEISBACH, *Die Experimentalhydraulik.* Freiberg 1855.

HAGEN, *Handbuch der Wasserbaukunst.* Berlin 1871.

FRANZIUS und SONNE, *Wasserbau.* Leipzig 1884.

Per altre indicazioni, vedansi le note a pagg. 113, 118, 126, 234, 258 265 e 269.

Anche per lo studio delle acque riuscirà di grande sussidio l'atlante fisico del BERGHAUS, citato a pag. 224. Per lo studio del mare torna utilissimo il piccolo atlante di HABENICHT, pubblicato a Gotha nel 1894, col titolo: *See-Atlas*, contenente ventiquattro carte, molti piani di porti, non che molti dati e notizie nautiche.

Per opere inglesi sullo studio dell'idrografia, vedansi le citazioni a pagg. 112, 250 e 258; alle ivi indicate aggiungansi:

WILD, *Thalassa.* London 1877.

TEMPLE, *Hydrography past and present.* London 1879.

SHALER, *Sea and Land.* New-York 1894.

IL CLIMA

I. — DEL CLIMA IN GENERALE

1. **Definizione del clima.** — Clima di una regione, stando allo stretto senso etimologico della parola (dal gr. *klima* = gradazione o inclinazione), è l'effetto della posizione di quella regione rispetto al sole.

Il clima così concepito dicesi appunto clima *solare* od *astronomico*, od anche *matematico;* ma nella pratica, essendo l'azione del sole modificata da altre azioni, il concetto puramente astronomico si trasforma in altro più largo, cosicchè si è condotti ad intendere per il clima: ***il complesso delle condizioni meteoriche normali di una regione esercitanti influenze sugli esseri organizzati.***

2. **Meteorologia e climatologia.** — Lo studio degli elementi meteorici forma oggetto dell'*atmosferologia* o *meteorologia*, che è la scienza dei fenomeni aventi origine e svolgimento nell'atmosfera. La meteorologia però studia questi fenomeni da un punto di vista essenzialmente obbiettivo, in quanto che essi possono ricondursi alle leggi della fisica e della meccanica, o collegarsi fra loro in rapporto di causa ed effetto. Per poter determinare il clima di una regione è invece necessario istituire un esame soggettivo di questi elementi, specialmente dal punto di vista dell'uomo. Dalla meteorologia si è perciò distaccato un ramo speciale, che attende allo studio ora detto e che chiamasi *climatologia.* Questa può pertanto dirsi la scienza che studia i diversi elementi meteorici di una regione, aventi influenza sugli esseri organizzati, ne determina i valori normali e definisce così il clima delle regioni.

3. **Elementi del clima.** — I principali elementi meteorici, che servono a definire il clima di una regione, sono:

1° *la temperatura;*
2° *la pressione;*
3° *l'umidità.*

4. **Temperatura.** — La temperatura è il grado di calore che ha sempre l'aria e che direttamente od indirettamente proviene dal sole.

I principali fattori della temperatura sono:

1° La *latitudine*, dalla quale dipende il periodo di insolazione e l'angolo sotto cui i raggi solari colpiscono il terreno. È il fattore principale della temperatura, del quale gli altri possono considerarsi come modificatori. Su questo fattore è fondato il concetto del clima solare e la divisione della terra in zone climatiche, mediante i tropici ed i circoli polari.

2° L'*altitudine* è pure un fattore importante, poichè col variare di essa varia generalmente in ragione diretta la temperatura. In massima si può dire che la variazione di 1° corrisponda approssimativamente a 200 metri di altezza; ma su tale variazione hanno influenza notevole la latitudine, la zona d'altitudine e lo stato igrometrico.

3° La *capacità calorifica* della superficie del luogo concorre pure in modo sensibile a determinare la temperatura di una località, poichè, essendo l'atmosfera trasparente al calore (*diatermana*), il riscaldamento dell'aria avviene più per riflessione di calore dalla superficie sottostante, che non per assorbimento dei raggi che l'attraversano. Così diversa è la temperatura a seconda che nel luogo predominano le acque o le terre (*clima marittimo* e *clima terrestre*), ed anche a seconda della natura delle terre e delle loro condizioni di rivestimento. In genere si può dire che i terreni sabbiosi, asciutti e spogli di vegetazione e le masse rocciose nude, assorbono più facilmente e più facilmente irradiano calore, che non quelli coperti di terriccio, umidi e rivestiti di vegetazione.

4° La *posizione geografica* della regione, ossia la sua esposizione alle correnti aeree e marine, influisce pure sensibilmente sulla temperatura, sia in conseguenza dell'orientamento della regione rispetto alla direzione delle correnti stesse, sia per l'ubicazione della regione rispetto ai sistemi montani.

L'importanza di questo fattore nella prima causa è ben messa in evidenza dalla forte diversità di clima fra alcune regioni costiere dei continenti dell'emisfero boreale (ad esempio: Norvegia e Groenlandia), incontrate le une dalle correnti aeree e più specialmente dalle marine equatoriali, le altre da quelle polari, tutte obliquanti, secondo la legge di Ferrel, in questo caso verso destra (v. pag. 104).

Per la seconda causa riesce assai istruttivo il confronto fra le temperature delle città d'Italia poste al Nord od al Sud dell'Appennino settentrionale, e quindi battute o riparate dai venti freddi boreali; così ad esempio, Bologna e Firenze, situate ad altitudini e distanze dal mare all'incirca uguali, ed a latitudini di poco diverse, hanno una differenza di tre gradi fra le rispettive temperature normali invernali.

Da quanto si è detto risulta adunque che, indipendentemente

dalle altre circostanze, la temperatura varia colla latitudine e col-l'altitudine. Nello studio di tali variazioni si vede che esiste una concordanza fra la distribuzione orizzontale e verticale della temperatura, per cui si hanno località dotate della stessa temperatura, sebbene a latitudini diverse, perchè poste a diverse altitudini. Così ad esempio Quito, situata sotto l'equatore a 2850 m., e Roma presso al 42° N e quasi al livello del mare, sono in condizioni di temperatura fra di loro poco differenti.

Questa concordanza fra la distribuzione orizzontale e verticale della temperatura si rispecchia specialmente nella distribuzione della vegetazione, come si vedrà più avanti.

Per la misura della temperatura si fa uso dei seguenti istrumenti: *eliofanometro* (registratore della luce solare, che serve a misurare la durata dell'insolazione), *termometro semplice*, *termometro a massimo e minimo*, *termografo* (registratore della temperatura, che dà la temperatura di ogni istante, mediante una curva disegnata automaticamente) (1).

I dati che meglio servono per la determinazione della temperatura di un luogo sono quelli dei *valori normali*, ossia delle medie desunte da lunghi periodi di tempo. Questi dati vanno però completati con altri relativi a momenti termici caratteristici.

Le principali misure, usualmente adottate, sono le sottoindicate:

1° *Temperatura normale annua*, risultante dalla media delle temperature medie annue. È dato per sè stesso poco espressivo, poichè le medie annue possono derivare da estremi molto diversi; così, ad esempio, Dublino e New Haven nel Connecticut, hanno una temperatura normale annua di + 9°,5, mentre i loro climi presentano notevoli differenze, dipendentemente dal fatto che le normali invernali sono a Dublino di + 4°,8 ed a New Haven di — 3°, e quelle di luglio rispettivamente di + 15° e di + 22°.

A determinare la temperatura di un luogo occorre pertanto calcolare le normali di più brevi periodi (mesi, decadi, pentadi, ecc.), che per studi generali possono limitarsi alle *normali estreme*.

---

(1) Per la descrizione degli strumenti meteorici riferirsi ad una delle opere qui sotto indicate:

SCOTT (trad. dall'ingl. di DENZA), *Meteorologia elementare*. Milano 1887.

F. PORRO, *Elementi di meteorologia applicabili all'igiene*. Milano 1883.

GEROSA, *Meteorologia*. Parte II della *Nuova Enciclopedia agraria italiana*. Torino, in corso di pubblicazione.

Per prendere conoscenza degli strumenti stessi, è consigliabile una visita ad una *Stazione meteorologica*, che trovasi, in Italia, almeno in ogni città capoluogo di provincia.

2° *Temperature normali estreme*, ossia le medie temperature dei mesi invernali ed estivi, o meglio dei mesi di luglio e di gennaio, pure calcolate per un lungo periodo di anni.

3° *Escursione normale annua* (*amplitudine normale annua*), ossia differenza media, desunta da molti anni, fra temperatura massima e minima dell'anno. Serve a dare il concetto della oscillazione annua della temperatura, sul quale concetto fondasi una delle classificazioni dei climi, come si vedrà più avanti.

4° *Variazione normale diurna* (*escursione* o *amplitudine diurna*), ossia la differenza fra la temperatura massima e la minima nelle ventiquattro ore, quale risulta dai termometri a massimo e minimo. Serve per dare un'idea degli sbalzi giornalieri di temperatura.

5° *Anomalia termica*, ossia la differenza che esiste fra i valori effettivamente osservati ogni anno nelle medie diurne, mensili, annue ed i corrispondenti valori normali; dato che serve a definire l'incostanza delle medie stesse.

6° *Variabilità termica.* L'incostanza delle medie diurne ha grande importanza per la definizione del clima di un luogo, ed a completare il dato dell'anomalia termica diurna, si è pensato di calcolare la *variabilità termica*, ossia la differenza fra le temperature medie di due giorni successivi. La media aritmetica delle differenze fra i giorni di un anno, prese tutte positivamente, dà la *variabilità termica annua*, e la media di tali valori per più anni, la *variabilità termica normale annua.*

A complemento delle misure ora dette, e per meglio precisare le condizioni di temperatura del luogo, si può tener calcolo anche dei dati seguenti:

7° Massimo e minimo di temperatura osservati per un lungo periodo d'anni, per dare un'idea delle condizioni straordinarie che possono aspettarsi.

8° Ultimo giorno di primavera e primo di autunno, nei quali la minima giornaliera è superiore a zero, poichè questi giorni segnano i limiti del periodo in cui è possibile il gelo.

Lo studio di tutti gli elementi meteorici trovano un ottimo ausiliario nel graficismo. I grafici meteorici entrano nella categoria delle rappresentazioni grafiche della statistica (1), e si distinguono in *diagrammi* e *cartogrammi.*

Nella costruzione di tali grafici sono particolarmente raccomandabili le *rappresentazioni sinottiche*, quelle cioè che raffigurano simul-

(1) Un cenno sulle rappresentazioni grafiche della statistica sarà dato più avanti nel capitolo sui *Dati statistici.*

CARTOGRAMMA DELLE ISOTERME ANNUE (GEROSA)

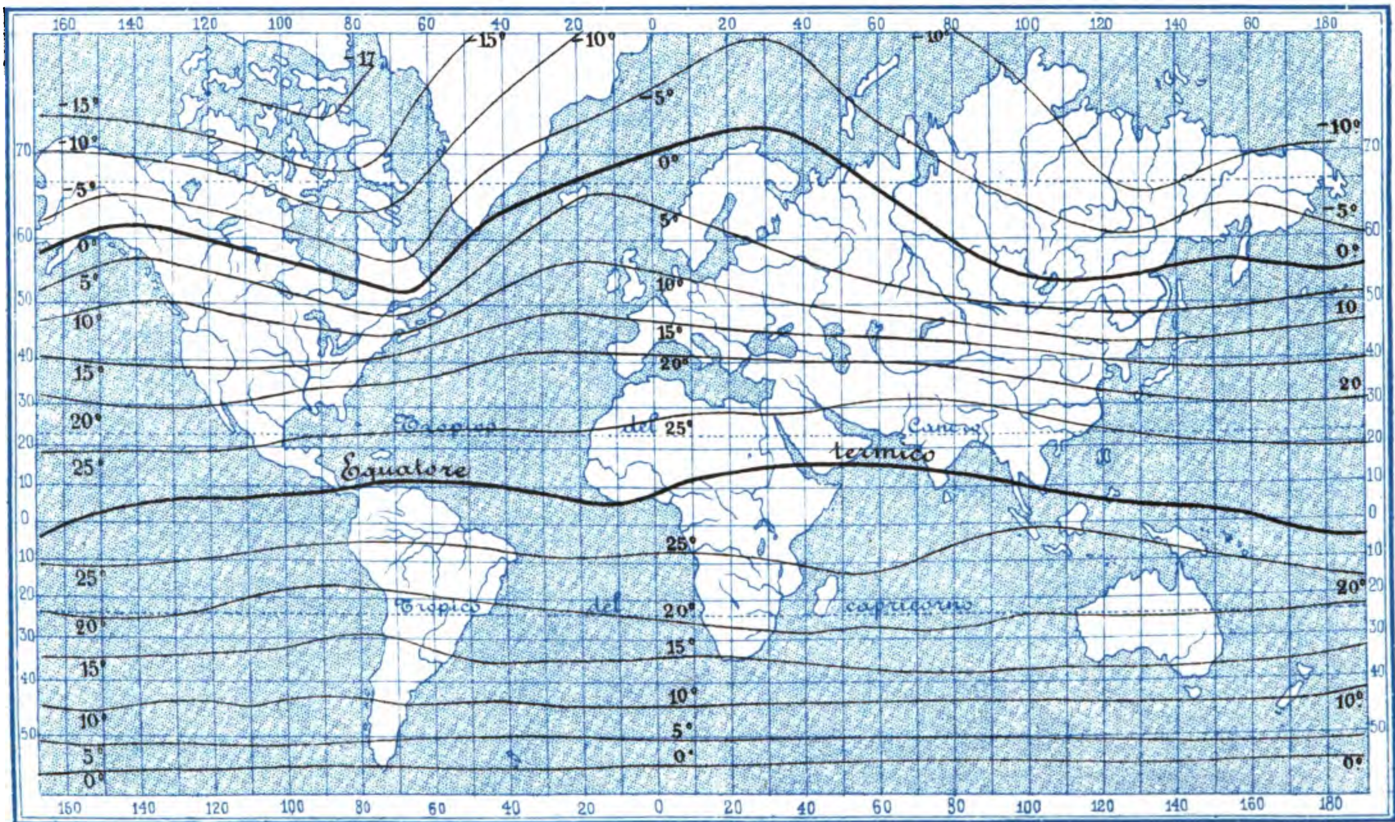


Fig. 140

UNIONE TIP. EDITRICE - TORINO
LIT. DOYEN - TORINO



taneamente due o più fenomeni meteorici (per es.: temperatura e pressione), oppure fenomeni meteorici ed altri fatti geografici (per esempio: pioggia e vegetazione). Essi possono infatti dar luogo a ravvicinamenti assai evidenti, dai quali emergono importanti considerazioni.

Per quanto riflette la temperatura le rappresentazioni grafiche più usate sono:

1° Diagrammi rappresentanti fatti relativi alla temperatura, e generalmente costrutti mediante un sistema di due assi coordinati ortogonali, di cui uno è quello dei tempi (ore, giorni, mesi, anni, ecc.), l'altro è quello dei gradi termometrici.

2° Cartogrammi, dei quali i più usati sono i seguenti:

A) Cartogramma delle *isoterme annue*, ossia delle linee unenti i punti della superficie terrestre che hanno la stessa temperatura normale annua (fig. 140).

B) Cartogramma delle *isotere* (dal greco, *theros* = estate) e delle *isochimene* (dal greco, *cheimon* = inverno), ossia delle linee unenti i punti aventi la stessa temperatura normale estiva ed invernale; generalmente la rappresentazione è fatta per i mesi di luglio e di gennaio ed il cartogramma dicesi delle *isoterme di luglio e gennaio.*

C) Cartogramma delle *isoamplitudini*, che dà le linee unenti i punti dotati di uguale escursione normale annua.

D) Cartogramma delle *isoanomale*, rappresentante le linee che uniscono i punti aventi la stessa anomalia media termica.

Tutte le linee anzidette sono riferite al livello del mare, ossia le temperature dei diversi punti vengono calcolate come se essi fossero trasportati allo specchio delle acque del mare.

5. Pressione. — L'aria esercita su tutti i corpi cui sovrasta una pressione, che al livello del mare fa equilibrio ad una colonna di mercurio di 760 millimetri, e dicesi *normale;* in condizioni diverse dicesi: *alta*, quando maggiore, *bassa*, se minore.

La pressione è determinata in ogni luogo ed in ogni istante dal complesso delle condizioni meteoriche di temperatura ed umidità, collegate colle condizioni di altitudine (1).

(1) La pressione diminuisce col crescere dell'altitudine, in conseguenza del rarefarsi dell'aria. Su tale variazione è basata la misura delle altitudini mediante il barometro, la quale operazione può tornare molto utile nelle ricognizioni del terreno. Vedasi a questo riguardo:

Ramonda, *Il barometro aneroide per l'apprezzamento del terreno nelle ricognizioni degli ufficiali delle compagnie alpine.* Torino 1873.

Bardelli, *Cenni sull'aneroide in montagna.* Torino 1875.

Grassi, *Saggio per la misura delle altezze mediante il barometro.* Milano 1877.

Denza, *Istruzioni per le osservazioni meteorologiche e per l'altimetria barometrica.* Torino 1882.

La misura della pressione (*barometria*) si effettua mediante il *barometro a mercurio*, il *barometro metallico* (*aneroide* o *barometro olosterico*) ed il *barografo* (1).

Le misure occorrenti per determinare la pressione di un luogo sono le *medie bariche* diurne, mensili, annue, ecc.

Graficamente la pressione si rappresenta con diagrammi o cartogrammi; fra questi ultimi i più usati sono quelli rappresentanti le *isobare*, ossia le linee unenti i punti aventi uguale pressione, ridotta a 0° ed al livello del mare (fig. 141).

Esaminando tali cartogrammi si vede che le isobare tendono a presentarsi in forma di linee chiuse attorno ad aree, dove la pressione è più alta o più bassa delle regioni circostanti. Le aree circoscritte da isobare crescenti dall'esterno verso il centro diconsi aree di *alta pressione* o *anticicloniche;* se invece le isobare decrescono dall'esterno verso il centro, le aree racchiuse diconsi di *depressione*, di *bassa pressione* o *cicloniche.* Le denominazioni di anticicloniche e cicloniche si riferiscono al movimento rotatorio dei venti attorno al centro dell'area, dal quale irradiano nel primo caso (fig. 142) e verso il quale affluiscono nel secondo (fig. 143).

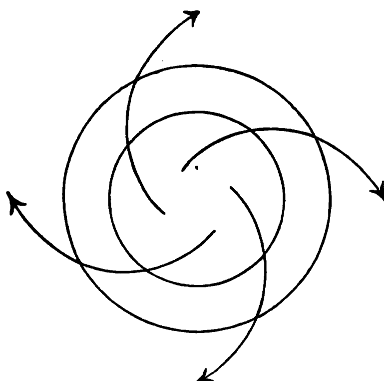


Fig. 142. — Movimento anticiclonale nell'emisfero boreale.

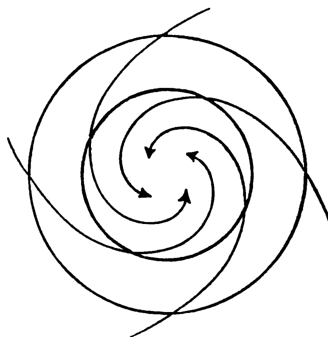


Fig. 143. — Movimento ciclonale nell'emisfero boreale.

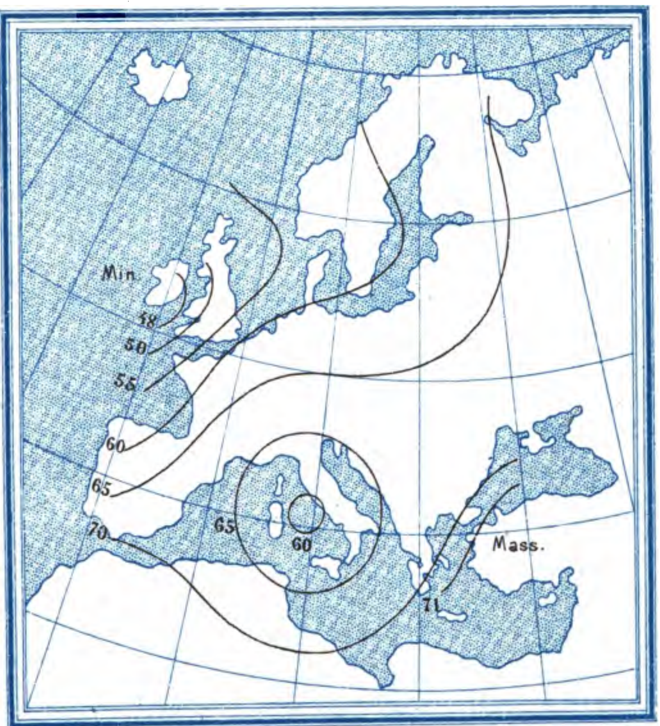
La differenza di pressione fra due punti, riferita alla loro distanza orizzontale, dicesi *gradiente barico.* Questo elemento serve quale misura della forza di spostamento dell'aria fra i due punti, e la sua intensità rilevasi a colpo d'occhio dalla fittezza delle isobare intercedenti, nello stesso modo che per giudicare della differenza di livello

---

(1) Per la descrizione ed uso degli strumenti v. nota a pag. 287.

CARTOGRAMMI DELLE ISOBARE (Gerosa)

Isobare del 10 dicembre 1896, ore 8



Isobare dell' 11 Dicembre 1896, ore 8



Fig. 141

Unione Tip. Editrice - Torino

Lit. Doyen - Torino

fra due punti del terreno su di una carta a curve, si tiene conto del numero delle curve fra di essi comprese. Il valore del gradiente barico è rappresentato dalla formola (fig. 144):

$$\frac{P_A - P_B}{D} \ (1).$$

Il fenomeno della pressione interessa gli studi geografici specialmente per i suoi effetti, fra i quali principalissimo è quello dei venti, sempre originati da una diversa distribuzione di pressione.

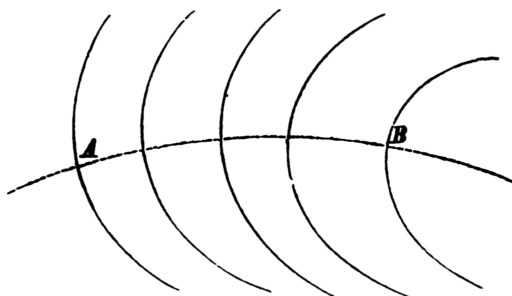


Fig. 144. — Gradiente barico.

Le leggi fondamentali dei venti possono così formularsi:

1° *Il vento soffia dalle aree di alta pressione verso quelle di bassa pressione* (Buys-Ballot).

2° *I venti che spirano dall'equatore verso i poli o viceversa deviano verso destra nell'emisfero boreale, verso sinistra nell'emisfero australe* (Ferrel) (v. pag. 104).

3° *La forza del vento è proporzionale al valore del gradiente barico.*

Gli elementi del vento sono la *direzione*, la *forza* e la *velocità*. Questi due ultimi elementi dipendono però l'uno dall'altro, cosicchè dalla nozione dell'uno si può ricavare quella dell'altro.

La misura della direzione si fa mediante gli *anemoscopi*, quella della forza e velocità medianti gli *anemometri* o gli *anemometrografi* (2).

---

(1) P_A e P_B indicano rispettivamente le pressioni in A e B; D rappresenta la distanza orizzontale fra i due punti, misurata normalmente alle isobare ed espressa in gradi equatoriali (1° = 111 Chilm).

(2) Per la descrizione ed uso degli strumenti v. nota a pag. 287.

La direzione del vento si designa riferendosi alla *rosa dei venti* (fig. 145), ed i venti si denominano di N o tramontana, di E o levante, di S o mezzogiorno, di O o ponente (1), di NE o greco, di SE o scirocco, di SO o libeccio, di NO o maestro, ecc. Per brevità possono designarsi anche semplicemente col numero del quadrante al quale appartengono: 1° quadrante fra N ed E; 2° fra E e S; 3° fra S e O; 4° fra O e N.

La velocità o forza si misura in base alla registrazione dell'anemometro, che dà, col numero dei suoi giri, la velocità in metri per

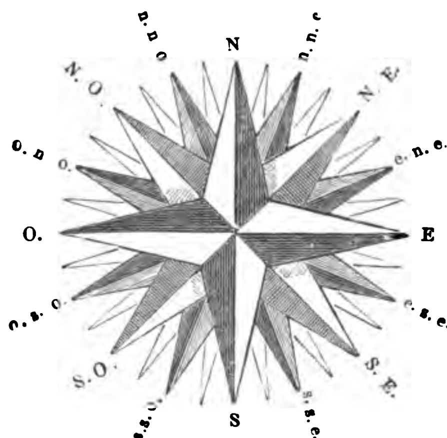


Fig. 145. — Rosa dei venti.

secondo. In mare e negli osservatorî non provvisti di anemometri, si usa invece stimare la velocità del vento dall'impressione e dagli effetti ch'esso produce. Fra le diverse scale di graduazione proposte, le più note sono quelle indicate alla pagina seguente dell'ammiraglio Beaufort, l'una relativa ai venti terrestri e l'altra ai venti marini.

I venti si classificano rispetto al regime in: *regolari costanti*, *regolari periodici* ed *irregolari*.

I venti regolari costanti sono quelli che spirano sempre nella stessa direzione e si riducono agli alisei e contro-alisei, rappresentanti il meccanismo di scambio delle correnti aeree fra l'equatore ed i poli; i primi soffiano dai poli all'equatore, con deviazione a destra nell'emisfero boreale ed a sinistra nell'emisfero australe; i secondi dall'equatore ai poli con corrispondenti deviazioni, in base alla legge

(1) Per indicare l'Ovest alla lettera O, facile a confondersi collo zero ed anche perchè adoperata dai Tedeschi per l'Est (*Oest*), si preferisce da molti la lettera W (dall'inglese *West* = Ovest). Tale indicazione è usata anche nelle carte della R. Marina.

Scala terrestre			Scala marina	
Forza	Effetto	Velocità (metri al secondo)	Effetto	Velocità (metri al secondo)
0	Calma	0 a 0,5	Calma piatta	1,34
1	Debole	0,3 a 4,0	Alito di vento	3,60
2	Moderato	4 a 7	Brezza leggiera	5,82
3	Un po' forte	7 a 11	Brezza tesa	8,10
4	Forte	11 a 17	Vento moderato	10,30
5	Tempesta	17 a 28	Vento teso	12,50
6	Uragano	sopra 28	Vento forte	15,20
7	—	—	Burrasca moderata	17,90
8	—	—	» forte	21,50
9	—	—	» fortissima	25,00
10	—	—	» stabile	29,00
11	—	—	Fortunale	33,50
12	—	—	Uragano	40,00

di Ferrel. Se la superficie del globo fosse uniforme, il sistema dei venti ora detti funzionerebbe regolarmente, e la loro circolazione rappresenterebbe quella di tutta l'atmosfera; ma l'ineguale distribuzione di terre e di acque, il frastagliamento delle coste e l'esistenza dei rilievi terrestri, dando luogo ad un' irregolare distribuzione di temperatura e quindi di pressione, producono perturbazioni nella circolazione generale dell'atmosfera, che in alcune zone si manifestano periodicamente, in altre saltuariamente, e generano per tal modo i *venti regolari periodici* ed i *venti irregolari.*

Così per effetto dell'alternanza delle terre e dei mari, dotati di differenti capacità calorifiche, avremo venti spiranti nella stagione calda dal mare alla terra, e nella stagione fredda dalla terra al mare. Tali sono i *venti periodici regolari di stagione*, fra i quali si annoverano, fra i più noti, i *monsoni asiatici* (dal malese *maussin* = periodico) dell'Oceano indiano, gli *etesii* (del greco *etos* = anno) del Mediterraneo, ecc.

Alla stessa categoria dei venti regolari periodici possono pure ascriversi per analogia di causa e di regime i *venti periodici giornalieri*, rappresentati dalle *brezze* di terra e di mare, e dai *venti valligiani*, accentuantisi questi ultimi maggiormente là dove le valli terminano con bacini lacustri. I venti valligiani assumono diverse denominazioni locali; le più conosciute nella valle del Po sono: sul

lago Maggiore, *inverna* e *tramontana;* sul lago di Como, *breva* e *tivano;* sul lago di Garda, *ora* e *sover.*

I venti irregolari devono la loro origine a perturbazioni nella circolazione atmosferica, che la scienza non è ancora riuscita a ben indagare. Essi dipendono però sempre dalla formazione di un massimo e di un minimo di pressione ed assumono movimento rotatorio anticiclonale nel primo caso, ciclonale nel secondo. Gli *anticicloni* poco si allontanano dal luogo d'origine, mentre i *cicloni* si spostano notevolmente con un doppio movimento rotatorio e di traslazione, secondo la legge del Ferrel. I cicloni si dicono anche *venti di tempesta*, ma assumono particolari denominazioni nei diversi mari; così chiamansi *tornadoes* nell'Atlantico, *tifoni* nell'Oceano indiano, ecc.

Alla categoria dei venti irregolari appartengono pure molti venti locali, che sono appendici dei venti generali e dei cicloni, modificati da circostanze locali, per cui assumono caratteri loro proprî. Tali sarebbero ad esempio in Europa:

1° La *bora* (dal greco *boreas* = vento del Nord), vento freddo di NE molto sensibile nell'Adriatico e specialmente lungo le sue coste settentrionali ed occidentali, e sugli altipiani del Carso.

2° Il *maestrale* (da *maestro* = NO), vento freddo di NO; soffia specialmente nella valle del Rodano, sugli altipiani di Provenza e sulle coste della Liguria.

3° Lo *scirocco* (da *Siria*), vento caldo di S o SE; oltrepassando la massa alpina si prosciuga, e così molto caldo e secco si riversa nelle valli settentrionali, producendo, col rapido scioglimento delle nevi, disastrose inondazioni. Al Nord delle Alpi è più conosciuto sotto il nome di *föhn* (dal lat. *favonius* = vento di ponente).

6. Umidità. — È la quantità di vapore acqueo contenuto nell'aria e derivante dall'evaporazione dell'acqua.

La misura dell'umidità dell'aria si effettua mediante l'*igrometro*, lo *psicrometro* e l'*evaporimetro* (1).

L'umidità dell'aria si rende visibile per mezzo di alcuni fenomeni detti *idrometeore.* Tali sono: le *nubi*, la *nebbia*, la *pioggia*, la *neve*, la *rugiada*, la *brina* e la *grandine.*

Le nubi si formano per effetto del condensamento del vapore acqueo nelle elevate regioni dell'atmosfera e sono costituite da piccolissime goccie d'acqua, che per la loro aderenza all'aria rimangono sospese. Presentano forme diverse, di cui le fondamentali sono (fig. 146):

1° Gli *strati:* fasce di nubi poco alte sull'orizzonte, che si formano al tramonto e si dissipano al levare del sole.

---

(1) Per la descrizione ed uso degli istrumenti v. nota a pag. 287.

2° I *cirri:* nubi molto alte a forma di piume; indicano forte umidità nelle alte regioni dell'atmosfera e sono generalmente presagio di cattivo tempo.

3° I *cumuli:* masse tondeggianti di nubi poco alte sull'orizzonte.

4° I *nembi*: nubi fitte, arrotondate, con lembi a frangia; sono accompagnate dalla pioggia.

Le diverse forme possono fra di loro combinarsi ed assumono le denominazioni di *cirri-strati, cirri-cumuli, cumuli-strati*, ecc.

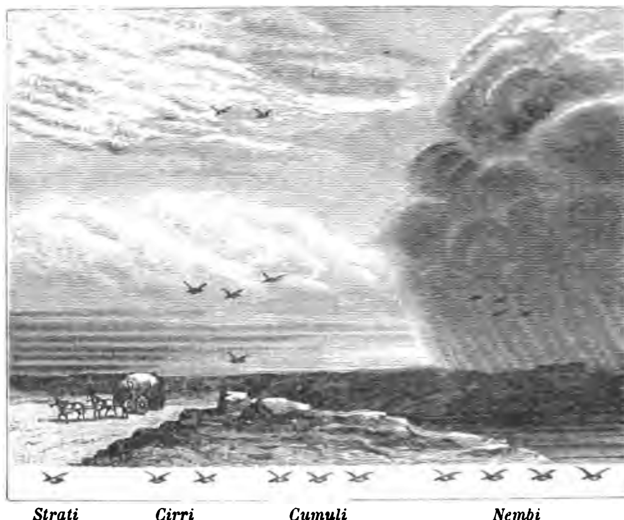


Fig. 146. — Forme fondamentali di nubi.

La *nebbia* risulta, come le nubi, dalla condensazione per raffreddamento del vapore acqueo contenuto nell'atmosfera, solo che la sua formazione si effettua in vicinanza della terra. Si può pertanto ritenere che i casi più frequenti di nebbia si avranno quando aria fredda sovrasta a superficie umida, o quando correnti aeree calde ed umide entrano in plaghe più fredde. La prima causa è provata dal formarsi della nebbia sulle pianure acquitrinose, sui fondi di valle, sui fiumi, sui laghi, ecc.; dal fatto che le nebbie sono frequenti nei paesi umidi temperati o freddi, e si formano più spesso all'alba, al cader del sole e nei periodi di disgelo; si dissipano col sole o coi venti secchi; sono quasi sconosciute nei paesi caldi ed asciutti. La seconda causa è ben messa in evidenza dalle nebbie caliginose e persistenti, che avvolgono le coste occidentali dell'Europa settentrionale, in conseguenza della forte evaporazione prodotta dalla *corrente del golfo.*

Quando il vapore acqueo subisce un'ulteriore condensazione, determinata da abbassamento di temperatura per contatto di masse

solide o di correnti aeree più fredde, le nubi e le nebbie si risolvono in acqua allo stato liquido o solido, che cade sulle superficie della terra, costituendo le così dette *precipitazioni.*

Le precipitazioni acquee si manifestano principalmente colla *pioggia* e colla *neve;* in via secondaria colla *rugiada*, colla *brina* e colla *grandine.*

Fra le precipitazioni quella che più interessa i nostri studi è la pioggia, sia perchè più comune, sia perchè il *regime pluviometrico* esercita notevole influenza sugli altri elementi geografici.

Il regime pluviometrico di una regione è determinato dalla quantità di pioggia che in essa cade e che si misura mediante i *pluviometri* od *udometri* (dal gr. *hüdor* = acqua) (1), e dalla frequenza delle pioggie, che è data dal numero medio annuo o mensile dei giorni piovosi.

La quantità di pioggia è diversa per ogni luogo e dipende dalla sua posizione astronomica, dalla sua situazione geografica e dalla configurazione del suo terreno. In massima si può dire che le pioggie diminuiscono dall'Equatore ai poli, e sono più abbondanti sui versanti delle montagne esposte verso il mare o verso estese pianure.

La frequenza della pioggia è pure assai varia per i diversi punti del globo, ed in essa si osserva spesso una certa periodicità. In alcuni paesi, come ad esempio quelli compresi fra i tropici, si hanno ben distinte le stagioni delle pioggie e le stagioni asciutte; nelle regioni temperate vi è invece un'uniforme distribuzione nel corso dell'anno, che però presenta periodi di massima e di minima intensità.

Graficamente il regime pluviometrico si rappresenta con diagrammi indicanti la quantità di pioggia caduta giornalmente, o cartogrammi, detti *carte jetografiche* (dal gr. *hüetos* = pioggia). Le più usate fra queste ultime sono le *carte delle isoiete,* ossia delle linee unenti i punti dotati di uguale quantità di pioggia; e quelle che indicano la distribuzione delle pioggie nelle diverse stagioni.

7. **Classificazione dei climi.** — Stante la complessività dei fenomeni climatici è difficile il poter stabilire una classificazione dei climi che soddisfi alle esigenze della scienza e risponda ai bisogni della pratica.

Fra i diversi criteri di classificazione proposti, forse il preferibile per esattezza e semplicità, è quello dell'ampiezza della escursione annua della temperatura, in base alla quale i climi possono essere fra di loro distinti, a seconda della loro maggiore o minore costanza. Diverse sono le graduazioni e nomenclature adottate per simili differenziazioni, una delle più comuni è la seguente:

---

(1) Per la descrizione ed uso degli istrumenti v. nota a pag. 287.

1° *Clima costante marittimo* od *oceanico:* escursione annua $<10^{\circ}$;

2° *Clima variabile:* escursione annua tra 10° e 20°;

3° *Clima eccessivo* o *continentale:* escursione $>20^{\circ}$.

Il clima marittimo è caratterizzato da condizioni meteoriche uniformi, specialmente per quanto riflette la temperatura. In esso l'abbondante evaporazione, oltre che mitigare gli estremi termici, dà luogo a copiose precipitazioni; frequenti sono quindi le pioggie e le nebbie nelle regioni prossime al mare e specialmente nelle montane.

Il clima continentale si distingue invece per gli eccessi nelle condizioni meteoriche e specialmente nella temperatura, tanto nel corso dell'anno, quanto nella stessa giornata.

Il clima variabile è quello che presenta saltuariamente i caratteri dell'uno o dell'altro dei climi suaccennati, accostandosi più al primo od al secondo, a seconda della minore o maggiore distanza della regione dal mare.

Altro criterio di differenziazione dei climi è quello dell'altitudine, in base al quale essi possono distinguersi in *climi di montagna* e *climi di pianura.* I primi presentano, rispetto ai secondi, le seguenti diversità caratteristiche: temperature più basse, aria più rarefatta e quindi pressioni minori, più forti differenze di temperatura fra il giorno e la notte, ventilazione più accentuata, maggior frequenza di precipitazioni, ecc.

I climi sono anche comunemente classificati in caldi o freddi, umidi od asciutti, sereni o nebbiosi, salubri od insalubri, ecc. Però tali od altre simili distinzioni, se opportune per l'uso popolare, sono inadatte od insufficienti per stabilire una completa e razionale classificazione dei climi, stante l'unilateralità dei criteri di differenziazione, la loro indeterminatezza e relatività, ed il fatto delle forti variazioni che gli elementi prescelti a discriminanti possono subire nel corso di uno stesso anno.

Fra queste distinzioni interessa tuttavia in modo speciale, per le sue relazioni colla vita dell'uomo; quella riflettente la *salubrità* del clima. Sotto tale rispetto si può osservare che i climi eccessivamente caldi sono insalubri per l'azione spossante del calore e l'influenza snervante dell'eccessiva umidità, che deprimono le forze dell'organismo, provocano la così detta anemia tropicale, disturbano le funzioni digestive, danno luogo a malattie della pelle, ed aumentando la traspirazione cutanea, rendono imperiosa la sete (1). Oltre a ciò i

(1) Intorno alle malattie più comuni nei paesi caldi vedasi:

MINISTERO DELLA GUERRA, *Norme sanitarie per i medici delle truppe in Africa.* Roma 1885.

ROCHARD, *Encyclopédie d' hygiène et de médecine publique*, tome 1er.

climi eccessivamente caldi facilitano la putrefazione dei materiali organici, sono causa di esalazioni miasmatiche, e favoriscono lo sviluppo della così detta *malaria*, denominata anche *paludismo*, perchè frequente nelle regioni palustri. Tale calamità è però comune anche a paesi di clima temperato, come ad es. in Europa: la Spagna, la Grecia e l'Italia (Paludi pontine, Campagna romana, Maremme toscane, ecc.) (1).

È tuttora dubbia la vera causa della malaria; secondo studi recenti (2) pare derivi dal diffondersi di un microbo, il quale trova ambiente adatto al suo sviluppo nel terreno avente un certo grado di umidità e di calore, e che è in contatto coll'aria. Da ciò l'esistenza di zone malariche nelle regioni calde ed acquitrinose; la maggiore intensità della malaria nei mesi di giornate alternativamente piovose e calde; la difficoltà di risanare i terreni malarici, non bastando la bonifica agricola, che anzi molte volte col rimestamento del suolo favorisce il continuo sviluppo della malaria. Fatto caratteristico della malaria è la piccola altezza dal suolo raggiungibile dal microbo malarico, in causa del suo peso. Gli strati malarici sono quindi generalmente bassi, e perciò nelle regioni malariche i fabbricati sorgono in posizioni elevate e gli agricoltori, obbligati a pernottare nella pianura, vi costruiscono ricoveri sollevati 5 o 6 metri dal suolo. Tali ricoveri sono, ad esempio, rappresentati dagli alti capannoni delle Paludi pontine e dalle amacche che gli indigeni attaccano sugli alberi nei boschi malarici del Mississipì.

Paris 1890 (cnfr. chap. III, *Climatologie: Climats torrides*, pag. 336 e seg.; *Climats chauds*, pag. 371 e seg.).

Ziemssen (trad. dal tedesco), *Patologia e terapia medica speciale*. Vol. I, parte I, sez. 2a: *Trattato d'igiene sociale e delle malattie professionali*. Napoli 1892 (cnfr. *Tempo e clima*, pag. 218 e seg.).

Rho, *Malattie predominanti nei paesi caldi e temperati*. Torino 1896. Contiene indicazioni bibliografiche al termine di ogni capitolo.

(1) Torelli, *Carta della malaria dell'Italia*. Firenze 1882.

Sforza e Gigliarelli, *La malaria in Italia, con speciali considerazioni sulla distribuzione di essa nelle principali guarnigioni dell'esercito*. Roma 1885.

T. Fischer, *Die Vebreitung der Malaria in Italien*. Petermanns Mitteilungen, n. 41, 1895.

(2) Tommasi-Crudeli, *Il clima di Roma*. Roma 1886.

Pepper, *De la malaria. Contribution à l'étude des maladies infectieuses d'origine cosmique*. Paris 1890.

Giacosa, *La malaria*. Nuova Antologia, 1° luglio 1892.

De Berger, *Le paludisme, étude de quelques-unes de ses causes, sa prophilaxie et son traitement*. Paris 1896.

Per altre fonti vedasi la bibliografia sull'argomento a pag. 388 e seg. dell'opera di Rho, sopra citata.

I climi freddi sono, generalmente parlando, salubri, per l'azione tonica che il freddo esercita su tutte le funzioni dell'organismo e perchè nelle regioni fredde non si diffondono facilmente le malattie infettive, nè si sviluppa la malaria. Il freddo eccessivo è però causa di malattie degli organi respiratorî, favorisce lo sviluppo dello scorbuto, e può dar luogo a casi gravissimi di congelamento delle parti del corpo ed a speciali oftalmie (in ingl. *snow-blindness* = cecità della neve) (1).

Ai climi freddi si collegano per analogia d'influenza sull'uomo i climi montani; con essi però, alle grandi altitudini, oltre gli effetti della bassa temperatura, si hanno anche quelli dovuti alla rarefazione dell'aria, che rende affannosa la respirazione, paralizza i nervi moderatori del cuore e dà luogo al così detto *male di montagna*, che ha per conseguenza la prostrazione delle forze dell'uomo (2).

8. Distribuzione geografica dei climi. — Le difficoltà di classificazione dei climi si riflettono naturalmente sulla loro corologia.

L'antica divisione della terra in cinque zone, mediante i circoli polari ed i tropici, dovuta a Parmenide, divisione basata sul criterio della latitudine, non risponde al concetto del clima fisico. Ad essa il Supan (3) propose di sostituire la divisione della superficie terrestre, mediante le isoterme annue, nelle seguenti zone climatiche (fig. 140):

Zona torrida fra le isoterme 20°;

Due zone temperate fra le isoterme 20° e 0°;

Due zone glaciali fra le isoterme 0° ed i poli.

Ma anche tale divisione ha un valore climatico molto relativo, poichè si basa sulla temperatura normale annua, che, come abbiamo visto, può derivare da estremi assai diversi. Oltre a ciò in essa non si tiene conto di altri importanti fattori del clima, come, per esempio: dei venti, delle pioggie, delle correnti marine, ecc.

In base a tutti i fatti su riferiti ed introducendo il dato importantissimo dell'escursione normale annua della temperatura, il Pasanisi (4) ha proposto la sotto indicata divisione della terra in cinque grandi *regioni climatiche*, ciascuna delle quali comprende un certo numero di suddivisioni (*provincie climatiche*), che secondo una classificazione adottata dal Supan sommano a 34 (5):

« I. *Regione tropicale.* — Media annua 25° C. e più; escursione

---

(1) ROCHARD, op. cit. (cnfr. *Climats froids*, pag. 425 e seg.; *Climats polaires*, pag. 433 e seg.).

(2) MOSSO, *La fisiologia dell'uomo sulle Alpi.* Milano 1897.

(3) SUPAN, *Grundzüge der physischen Erdkunde*, già cit.

(4) PASANISI, *Testo di geografia*, già cit. (cnfr. pag. 244 e segg.).

(5) SUPAN, op. cit. (cnfr. pag. 173 e segg.).

annua 0°-10° C. Piogge abbondantissime (mm. 1300-2000 e più), soprattutto nella relativa zona dei monsoni dell'Asia meridionale. Stagione piovosa, semplice o doppia, ben distinta, nell'estate o nell'autunno; o almeno un massimo di piogge. Comprende basseterre, nelle quali come per es. a Massaua e sulle coste del Mar Rosso, la temperie è snervante non tanto pel calore quanto per la considerevole umidità atmosferica; e alteterre, dove regna perpetua la primavera, come per es. a Quito.

« Contiene 7 *province climatiche:*—1° L'*Africa Equatoriale* (Bacino del Congo; Regione dei laghi equatoriali; Zambesia; Repubbliche Sudafricane). — 2° Le *Indie Orientali* (India, Indocina, Australasia; strisce periferiche del Nordaustralia). — 3° La *Polinesia*, che per effetto del mare gode di una perpetua estate moderata. — 4° Le *Hawaii.* — 5° Le *Indie Occidentali*, colla Florida e il littorale messicano degli Stati Uniti, con un massimo estivo di piogge. — 6° L'*America centrale*, dal Messico all'Ecuador. — 7° Il *Sudamerica tropicale* (Venezuela, Guayana, Brasile).

« II. *Regione subtropicale.* — Media annua 20°-25° C.; escursione annua 20°-40° C.; pioggia inferiore ai 200mm; stagione piovosa o massimo invernale nell'emisfero boreale (estivo perciò nell'australe), eccezion fatta per i paesi a monsoni. Comprende paesi desolati da quello che si può chiamare il *clima continentale delle regioni calde.* Sono situati nella regione degli alisei e formano, in complesso, una larga zona di altipiani desertici o stepposi; nella quale perciò l'uomo è ridotto alla vita nomade del pastore e del conquistatore.

« Contiene 5 *province climatiche:* — 1° Il *Bassopiano dell'Indo* col Tharr. — 2° Il *Sahara*, che abbraccia tutta la fascia desertica dall'Atlantico alla Mesopotamia. — 3° Il *Kalahari.* — 4° L'*Australia centrale.* — 5° Il *Perù*, con la sezione settentrionale del Chile fino al 30° S, la quale comprende il deserto d'Atacama. È provincia quasi priva di piogge e anormalmente fresca per effetto della corrente fredda marina.

« III. *Regione temperata marittima.* — Media annua 20°-0° C.; escursione annua 10°-20° C.; pioggia 600-1300mm ed anche più. Non vi sono stagioni piovose, ma un massimo invernale nell'emisfero settentrionale (e quindi estivo nell'australe), salvo la Francia e la Germania, nelle quali il massimo pluviometrico coincide coll'estate. I paesi dell'Europa atlantica, la California, l'Australia del SE, il Capo di Buona Speranza, offrono i migliori esempi di questo tipo di clima privilegiato, che è quello dell'Italia peninsulare ed insulare (Roma, media annua 15°,3; escursione annua 18°,2; pioggia 778mm). Molti di questi paesi sono situati a latitudini elevate (Islanda, Norvegia, Colombia Britannica, ecc.); ma la vicinanza del mare, le correnti

atmosferiche e marine dell'ovest nell'emisfero boreale, e dell'est in quello australe, apportano loro temperature miti e piogge moderate distribuite in tutte le stagioni. I loro climi sono quelli che meritano per antonomasia il nome di *oceanici* o *marittimi*.

« Contiene 9 *province climatiche:* — 1° L'*Europa occidentale* o Atlantica. — 2° Paesi litoranei e montuosi del *Mediterraneo Romanico*. — 3° *Capo di Buona Speranza.* — 4° *Australia del SO*, sebbene sia probabile che per i suoi caratteri climatici sia piuttosto da annoverare nella regione subtropicale. — 5° L'*Australia Orientale*, ossia tutte le Alteterre Pacifiche dal 20° S alla Tasmania. — 6° La *Nuova Zelanda.* — 7° La *Colombia Britannica.* Questa provincia comprende tutto il littorale pacifico della Colombia e dell'Alaska e i gruppi insulari dallo stretto di Yuan de Fuca alle Aleutine. — 8° La *California*. — 9° Il *Chile meridionale*, fra il 40° S e la Terra del Fuoco, contraddistinto dall'abbondanza straordinaria di precipitazioni e dall'estate molto fresca.

« IV. *Regione temperata continentale.* — Media annua 20°-0° C.; escursione annua 20°-40° C.; quantità variabilissime (100-1300^{mm}) di pioggia; però massimo estivo. I paesi con questo clima sono situati nell'emisfero boreale, in cui le terre hanno maggiore sviluppo, ma non in quello meridionale, perchè a queste latitudini, i continenti son già così restremati, che nessun paese del loro interno può sfuggire alla azione dell'Oceano. Appartiene a questo tipo di clima anche quello dell'Alta Italia (Milano, media annua 12°,7; escursione annua 23°,7; pioggia 1004^{mm}).

« Contiene 11 *province climatiche:* — 1° L'*Europa orientale* o piana. — 2° La *Siberia occidentale*, a O del Yenissei. — 3° Il *Kamciatka*, che per la sua esposizione ha precipitazioni abbondantissime. — 4° La provincia *Sino-Giapponese.* I paesi continentali hanno escursione termica rilevante e un periodo piovoso estivo ben definito; i paesi insulari per l'influenza marina hanno temperie più mite e precipitazioni in tutto l'anno con un massimo invernale o autunnale. — 5° L'*Asia centrale*, che comprende le Alteterre interne dal Gobi all'Iran. Il freddo invernale è rigoroso per via dell'altitudine; il caldo estivo è molto forte e le piogge sono scarsissime per effetto della continentalità. Rilevante è l'escursione termica diurna. — 6° La conca *Aralo Caspica* ha piogge molto scarse, con un massimo estivo al nord, e invernale al sud. Sopratutto nel Turan gli inverni sono rigorosi e le estati molto calde. — 7° Il *Canadà.* — 8° La provincia delle *Alteterre del Pacifico.* — 9° La *Provincia Atlantica* degli Stati Uniti, separate dal Mississipì. Quella, povera di piogge, è soggetta a forte escursione annua; questa, inaffiata di precipitazioni abbondanti durante tutto l'anno, ha clima variabilissimo e continentale perfino sulle coste. —

10° Il *Chile settentrionale* a N del 40° S. — 11° La provincia della *Pampa*, con piogge scarse ed escursione annua ragguardevole, sopratutto nei paesi settentrionali.

« V. *Regione glaciale*. — Media annua inferiore allo 0°; escursione annua superiore ai 40°; pioggia inferiore ai 200mm; massimo estivo. Comprende paesi artici, nei quali l'estate è breve ma relativamente molto calda, e l'inverno apporta freddi rigorosissimi, che l'uomo e gli animali tollerano appena, e gli alberi quasi niente. È la zona del suolo gelato e contiene i due *poli di freddo* ».

II. — INFLUENZA DEL CLIMA SULLE OPERAZIONI DI GUERRA.

Il clima interessa lo studio della geografia militare per l'influenza ch'esso esercita sulle forme del terreno, sulle condizioni idrografiche, sulla vegetazione, ma più specialmente per la sua notevole azione sull'uomo.

Il clima influisce sull'uomo, considerato tanto nei suoi caratteri fisici, quanto negli psichici ed etici. Da ciò si dovrebbe indurre l'esistenza di diretti rapporti fra le condizioni climatiche di una regione e le attitudini militari dei suoi abitanti. « Però l'attento esame storico, « scrive a questo riguardo il generale Marselli (1), ci dimostra che, « salvo eccezioni, qualunque popolo del mondo venga sottoposto ad « un buon sistema disciplinare e sia mosso o da una nobile idea o da un « prepotente bisogno, diventa un popolo valoroso. Noi possiamo rico- « noscere alcune disposizioni più belligere o attitudini più militari « negli abitanti di una regione anzi che in quelli di un'altra, come, « per es., negli abitanti della montagna o, in generale, di un paese « freddo, anzi che in quelli della pianura calda, monotona e snervante; « ma i fatti storici ci dimostrano che, nella zona temperata sopratutto, « non havvi nè la regione eletta del coraggio, nè quella maledetta « della viltà. Un popolo che oggi si teneva per disadatto alle armi, « sottoposto domani ad ordini vigorosi, animato da sentimenti vir- « tuosi, trasformato dall'azione di benefici contatti, diventa ricco di « carattere militare. Per contrario, l'azione dissolvente di certe forze « morali può rendere bassamente utilitari, neghittosi, imbelli, troppo « teneri della vita, persino i figli delle montagne. La natura permette « adunque agli uomini di essere bravi soldati, quando le condizioni

(1) MARSELLI, *La guerra e la sua storia*. Milano 1881 (cnfr. vol. II, pagg. 155 e 156).

« storiche non lo impediscano. Ella predispone il carattere, ma nella « maggior parte dei casi non lo determina inesorabilmente ».

Più palesemente e più intensamente il clima influisce sulle agglomerazioni di uomini, sia direttamente colle condizioni di abitabilità, sia indirettamente colle produzioni del suolo, dalle quali dipende non solo la prosperità, ma anche il modo di vivere delle popolazioni. Si può perciò dire che il clima debba avere una sensibile influenza specialmente sulle condizioni logistiche, concorrendo direttamente a determinare la possibilità di marcia e di stazione, ed indirettamente, con qualche approssimazione, la misura di sfruttamento delle risorse locali per l'alimentazione delle truppe.

La maggiore intensità dell'influenza del clima sulle operazioni di guerra si manifesta nelle regioni dove esso tende verso i suoi estremi di caldo e di freddo. In tali regioni è infatti necessario adottare una serie di provvedimenti riflettenti il vestiario, l'equipaggiamento, il servizio sanitario ed il servizio di vettovagliamento, le quali valgano a facilitare l'adattamento delle truppe all'ambiente (*acclimatazione*). A questo riguardo si osserva che l'acclimatazione è più facile quando lo spostamento avviene verso le regioni polari, che non verso le regioni equatoriali. Questo fatto, che si verifica tanto nel regno vegetale quanto nell'animale, è chiaramente dimostrato per l'uomo dalla sua resistenza nelle spedizioni polari. Fra le razze umane la caucasica è forse quella che presenta la maggior tolleranza ai grandi freddi, e tale tolleranza è superiore nelle popolazioni meridionali che non nelle settentrionali. La campagna di Russia del 1812 offre a questo proposito un esempio assai istruttivo. La grande armata napoleonica, composta di gente d'ogni paese d'Europa, si trovò di fronte ad un inverno rigidissimo, e gl'Italiani, gli Spagnuoli, i Portoghesi ed i Francesi del mezzogiorno furono quelli che meglio resistettero al freddo rigoroso durante la ritirata; mentre i Tedeschi, gli Olandesi e gli stessi Russi soccombettero in proporzioni enormi (1). Lo studio di tale campagna serve inoltre quale efficace dimostrazione della grande influenza che il clima può esercitare sulle operazioni di guerra, poichè da esso si può facilmente rilevare che la distruzione delle truppe napoleoniche va attribuita in gran parte al rigore della stagione (2).

---

(1) Rochard, op. cit. (cnfr. pag. 439 e 440).

(2) Thiers, *Histoire du consulat et de l'empire.* Bruxelles 1856 (cnfr. t. IV, liv. 45: *La Bérézina*, v. specialmente a pag. 107 e seg.).

Krahmer, *Der russische Kriegsschauplatz in seinem Einflusse auf die dort operirenden Armeen im Feldzuge* 1812 *und dem polnischen Insurrectionskriege* 1830-31. Beihefte zum Militär-Wochenblatt Berlin 1885 (cnfr. specialmente da pag. 126 a 134).

L'acclimatazione nei paesi caldi è assai più difficile, non bastando i provvedimenti d'ordine organico e logistico che si possono prendere, ad eliminare le molteplici cause di malattia, cui si è accennato. Le statistiche sanitarie delle truppe coloniali europee, e specialmente quelle delle spedizioni italiane nell'Eritrea e della recente spedizione francese nel Madagascar, valgono a comprovare tali fatti (1).

Nei paesi di clima temperato, se si eccettuano quelle zone, generalmente limitate, ove regna la malaria ed alcuni punti battuti da venti impetuosi, non si hanno condizioni eccezionali dipendenti dal clima, tranne che nelle regioni montane. Infatti enumerando le ragioni che rendono tali regioni meno atte allo sviluppo delle grandi operazioni (v. pag. 199), noi abbiamo appunto accennato alle speciali condizioni del clima. Vediamo ora in che consistano queste particolari condizioni climatologiche e quale influenza esse abbiano sulle operazioni di guerra.

Nelle regioni montane oltre i 3000 metri, la rarefazione dell'aria produce in chi non ha qualche abitudine alla montagna il così detto *male di montagna*, di cui si è parlato a pag. 299. Però anche ad altitudini minori, intorno cioè a 2000 metri, almeno nelle nostre Alpi, si hanno fra il giorno e la notte forti sbalzi di temperatura, e la temperatura notturna è per lo più, anche nella stagione estiva, così rigida, da impedire l'attendamento od il bivacco di truppe le quali non abbiano uno speciale allenamento alla montagna.

Superiormente a tali altitudini, la bassa temperatura notturna rende poi impossibile anche alle truppe alpine il pernottamento, se non in ben riparati ricoveri e con grande quantità di combustibile. Cose che richiedono preventivi provvedimenti, poichè a quelle elevazioni rade e piccole sono le abitazioni e cessata è la vegetazione arborea.

Oltre a ciò per buona parte dell'anno le nevi coprono le parti più elevate delle regioni montane ed i punti di esse dove si aprono valichi e gole, che mettono fra di loro in comunicazione le contigue valli. Alcuni di questi passi sono perciò per buona parte dell'anno chiusi al transito, ed altri non permettono il passaggio che a traini speciali, ridotti a slitta. Questi fatti in unione a quelli sopra indicati relativi

---

(1) Santanera, *Relazione medico-statistica sulle condizioni sanitarie del R. Esercito.* Giornale medico del R. Esercito e R. Marina, giugno 1893.

Rho, Petella, Pasquale, *Massaua, clima e malattie.* Roma 1894.

Reynaud, *L'armée coloniale au point de vue pratique.* Paris 1894.

Legrand, *L'hygiène des troupes européennes aux colonies.* Paris 1895.

Rho, *Malattie predominanti nei paesi caldi*, ecc., già cit. (cnfr. cap. XXI: *Igiene e acclimatazione nei paesi caldi*, pag. 685 e segg.).

alle stazioni, rendono in alcune epoche dell'anno assai difficile la traversata di una regione montana per parte di grosse colonne, diminuendo le linee di marcia utilizzabili, limitando i punti di stazione ed obbligando ad un lungo lavoro di preparazione, sopratutto per la trasformazione dei traini in slitte.

Aggiungasi a questo che le colonne di marcia possono essere soggette alle valanghe, sorprese dalla nebbia, avvolte dalla tormenta, ecc.; fatti tutti che concorrono ad intralciare le marce per un più o meno lungo periodo di tempo, o quanto meno obbligano le colonne a scindersi in piccoli scaglioni, per diminuire i pericoli della marcia, specialmente nel caso di valanghe, la di cui caduta può essere determinata dalle scosse che una grossa colonna produce nell'aria.

Dagli scarsi studi climatologici (1) che si sono fatti sulle Alpi, si può ricavare, in via molto approssimativa, che in media sono ingombri di neve i valichi aventi le sottoindicate altitudini, per un periodo di tempo per ciascuna di esse controsegnato (2):

Altitudine	1800	m.	ingombro	di nevi	per	6 mesi
›	1800-1900	›	›	›	›	7 ›
›	1900-2300	›	›	›	›	8 ›
›	2300-2400	›	›	›	›	9 ›
›	2400-2800	›	›	›	›	10 ›
›	oltre 2800	›	›	›	in permanenza.	

Ora se si tien conto che pochi sono i valichi delle Alpi inferiori ai 1800, è facile farsi un'idea della limitata praticabilità stradale ch'esse presentano per una buona parte dell'anno ad una grande operazione d'invasione.

---

(1) Gli studî di climatologia alpina sono tuttora molto in arretrato, malgrado gli sforzi del padre Denza per organizzare il maggior numero possibile di stazioni meteoriche sulle Alpi, e quelli, in vario senso diretti, del canonico Parnisetti in Alessandria, del Chiapussi a Susa, del Carrel ad Aosta ed a Cogne, del De Rossi a Castellamonte, dell'abate Chanoux al Piccolo San Bernardo e del prof. Porro, direttore dell'Osservatorio astronomico di Torino. Quest'ultimo ha ora impiantato, mediante il concorso del Comando del I Corpo d'armata, alcune stazioni termopluviometriche nei forti di sbarramento della frontiera alpina occidentale, mediante le quali sarà possibile il raccogliere preziosi dati per la soluzione di alcune complesse questioni inerenti alla climatologia delle Alpi.

(2) Nell'opera *Le Alpi che cingono l'Italia, considerate militarmente così nell'antica come nella presente loro condizione*, Torino 1845, trovasi un quadro dei valichi delle Alpi coll'indicazione dei mesi nei quali sono sgombri dalla neve (cnfr. Cap. 8°: *Comunicazioni attraverso le Alpi più o meno agevoli ai tempi nostri*, pag. 490 e segg.).

È infine da osservarsi che per parecchi mesi dell'anno, se la rete stradale può essere relativamente praticabile per il comprimersi della neve, il terreno all'infuori di essa, coperto di neve alta e poco compatta, non è percorribile, tranne che da truppe avvezze alla montagna, ben pratiche dei luoghi e munite di speciali attrezzi per camminare sulla neve senza affondare, quali le *racchette* o gli *sky* (1). Questo fatto offre grandissimi vantaggi alla difesa, che potrà coi proprii reparti alpini molestare continuamente i fianchi e le spalle delle colonne nemiche marcianti faticosamente sulle strade, e vale, in unione agli altri fatti relativi all'ingombro dei valichi, alla bassa temperatura, alla rarefazione dell'aria, al vento, alla tormenta, alle valanghe, alla nebbia, ecc., a dimostrare in quale disastrosa situazione venga a trovarsi un esercito invasore ingolfato nelle valli di una regione montana, specialmente se sbarrate da una difesa energica ed attiva.

Concludendo diremo che il clima ha un'influenza diretta non piccola sulle operazioni militari, poichè limita il loro sviluppo in tempo ed in spazio, ed obbliga a prendere speciali disposizioni d'ordine organico, logistico e talvolta anche tattico. Tale influenza si manifesta più intensamente nelle zone di climi eccessivi, o soggette a particolari condizioni riflettenti la salubrità, od infestate da speciali venti; ma sopratutto, almeno per i nostri paesi, si rende palese nelle regioni montane, e particolarmente durante la stagione invernale e per buona parte della primavera e dell'autunno, per poco che si oltrepassino i 2000 metri. Questa influenza si riassume nelle difficoltà, nei pericoli, nelle incertezze di riuscita di qualsiasi grandiosa operazione d'invasione e nel grande aiuto che le condizioni climatiche possono offrire ad una difesa attiva.

---

(1) Gli *sky* sono in uso presso l'esercito norvegese.

Intorno all'impiego di questi istrumenti vedasi:

Nansen (trad. dal norvegese di Mann), *Auf Schneeschuhen durch Grönland*. Hamburg 1890.

v. Wagenheim, *Die norwegischen Schneeschuhe* (*ski*). Hamburg 1895 (cnfr. specialmente: III, *Die Wichtigkeit der Ski für das Heerwesen*).

Un cenno sull'argomento trovasi anche nella *Rivista mensile del Club alpino italiano*, luglio 1896 (cnfr. pag. 284), ed in un articolo del ten. Roiti sull'*Esercito italiano* del 12 marzo 1897.

FONTI E NOTA BIBLIOGRAFICA

per lo studio del clima

Le fonti più copiose e più attendibili per lo studio del clima, sono rappresentate dalle pubblicazioni ufficiali.

Stante la grande importanza della meteorologia e le sue pratiche applicazioni, la raccolta dei dati ad essa relativi, la loro elaborazione e la loro diffusione forma oggidì presso quasi tutti i paesi civili un ramo dei servizi dello Stato, detto comunemente *Servizio meteorologico.*

In Italia tale servizio è assegnato al Ministero di agricoltura, industria e commercio, ed è rappresentato da un *Consiglio di meteorologia e geodinamica* dal quale dipende un *Ufficio centrale di meteorologia e geodinamica*, con sede in Roma; a questo fanno capo numerose *Stazioni meteorologiche*, in massima una per provincia, ed altre stazioni di minore importanza, dette *termo-pluviometriche*, perchè raccolgono solamente i dati relativi alla temperatura ed alla pioggia.

Analoga è l'organizzazione del servizio meteorologico presso gli altri Stati. Notevole fra tutti è quella degli Stati Uniti per vastità d'impianto, potenza di mezzi, regolarità di funzionamento ed importanza di risultati. In detto Stato il servizio meteorologico è alla dipendenza del Ministero della guerra, e viene disimpegnato dal Corpo dei telegrafisti (*Signal service U. S. Army*) (1).

L'ufficio meteorologico italiano pubblica giornalmente il *Bollettino meteorico dell'Ufficio centrale di meteorologia e geodinamica* (2). In esso sono contenute: anzitutto le notizie meteoriche sincrone, trasmesse telegraficamente dalle stazioni italiane dipendenti, graficamente rappresentate da due cartogrammi; quindi le notizie comunicate dalle principali stazioni estere, accompagnate da un piccolo cartogramma, raffigurante la distribuzione della pressione in Europa; e per ultimo il dispaccio meteorico, nel quale sono riassunte le condizioni generali atmosferiche per la giornata e sono indicate le probabili previsioni per il tempo che farà nelle 24 ore successive.

È infatti su tali osservazioni sincrone, eseguite da molte stazioni, che si basa il sistema della *previsione del tempo*, costituente l'obbiettivo principale cui mira la meteorologia pratica e che, mediante una pronta diffusione dei presagi fatti, può condurre a risultati pratici importantissimi, specialmente per l'agricoltura e per la navigazione. Nelle attuali condizioni della scienza però la previsione va limitata nel tempo e localizzata nello spazio, non può cioè spingersi oltre il giorno successivo e deve tener conto delle speciali condizioni geografiche del luogo; le previsioni a lunga scadenza ed estese ad intere regioni, mancano di qualsiasi fondamento scien-

---

(1) ANDRÉ ANGOT, *L'astronomie pratique et les observatoires en Europe et en Amérique depuis le milieu du XVII siècle jusqu' à nos jours.* Paris 1877 (cnfr. p. III, chap. V: *Les institutions météorologiques aux États-unis*).

(2) Il *Bollettino meteorico dell'Ufficio centrale di meteorologia e geodinamica* trovasi presso tutte le biblioteche, in molti uffici postali, telegrafici, ecc.

tifico. Però se le leggi, cui i molteplici fenomeni meteorici obbediscono, sfuggono ancora per la loro complicazione all'indagine dell'uomo, non si può negare l'esistenza di tali leggi e si può ritenere che un lavoro assiduo, intelligente e generale debba gradatamente condurre alla loro scoperta (1).

L' Ufficio centrale di meteorologia italiano pubblica inoltre: gli *Annali dell'Ufficio centrale di meteorologia e geodinamica*, contenenti riepiloghi delle osservazioni dei bollettini e memorie diverse; e la *Rivista meteorico-agraria*, nella quale sono riassunte per ogni decade le notizie delle condizioni atmosferiche per l'Europa in generale e per le diverse provincie d'Italia in particolare; per queste ultime vi è anche un cenno sull'andamento dei lavori agricoli.

Completano l'opera dell'ufficio governativo molti osservatorî meteorici municipali e privati, e la *Società meteorologica italiana*, fondata dal padre Denza, la quale conta 259 stazioni (176 meteoriche, 83 termo-pluviometriche), e pubblica un proprio bollettino (2) ed un annuario (3).

A questi cenni intorno alle fonti ufficiali si aggiunge una nota di opere di climatologia, redatta cogli stessi criterî delle precedenti, avvertendo che nella massima parte di quelle generali indicate a pag. 222 trovansi capitoli riflettenti lo studio del clima.

Flammarion (trad. dal franc. di Pizzigoni), *L'atmosfera. Descrizione dei grandi fenomeni della natura.* Milano 1876.

Maury (trad. dall'ingl. di Gatta), *Geografia fisica del mare e sua meteorologia.* Torino 1877.

Mohn (trad. dal tedesco di Ragona), *Elementi di meteorologia.* Torino 1878.

Parola, *Saggio di climatologia e di geografia nosologica dell' Italia.* Torino 1880.

Diamilla Müller, *Le leggi delle tempeste secondo la teoria del Faye.* Torino 1881.

De Marchi, *Meteorologia* (Manuale Hoepli). Milano 1890.

Id., *Climatologia* (Manuale Hoepli). Milano 1890.

Dove (trad. dal tedesco di Le Gras), *La loi des tempêtes considérée dans ses rapports avec les mouvements de l'atmosphère.* Paris 1864.

Marié Davy, *Météorologie. Les mouvements de l'atmosphère et des mers considérés au point de vue de la prévision du temps.* Paris 1866.

---

(1) Garrigou-Lagrange, *Sur la prévision du temps et sur l'enchaînement des situations atmosphériques.* Paris 1893.

Plumandon, *Traité pratique de prévision du temps.* Paris 1895.

Millosevich, *La previsione del tempo.* Memorie della Società geografica italiana, vol. VI, p. II, 1897.

Zanotti-Bianco, *La previsione e la predizione del tempo.* Calendario dell'Unione tipografico-editrice. Torino 1898.

(2) *Bollettino mensuale pubblicato per cura dell'Osservatorio centrale del Real Collegio Carlo Alberto in Moncalieri.*

(3) *Annuario meteorologico italiano pubblicato per cura del comitato direttivo della Società meteorologica italiana.* Pubblicazione sospesa dopo il 1890.

FOISSAC, *De l'influence des climats sur l'homme et des agens physiques sur le moral.* Paris 1867.

LOMBARD, *Les climats des montagnes considérés au point de vue médicale.* Paris 1873.

ID., *Traité de climatologie médicale.* Paris 1877-79.

ARMAND, *Traité de climatologie générale du globe. Études médicales sur tous les climats.* Paris 1873.

PAULY, *Climats et endémies. Esquisses de climatologie comparée.* Paris 1874.

SCOTT (trad. dall'inglese di ZURCHER e MARGOLLÉ), *Carte du temps et avertissements des tempêtes.* Paris 1879.

BUYS-BALLOTS, *Les courants de la mer et de l'atmosphère.* Paris 1874.

FAYE, *Les grands fléaux de la nature.* Paris 1884.

TISSANDIER, *L'océan aérien.* Paris 1884.

MOHN (trad. dal ted. di DECAUDIN-LABESSE), *Météorologie pratique. Les phénomènes de l'atmosphère.* Paris 1884.

SCHMID, *Lehrbuch der Meteorologie.* Leipzig 1860.

MÜLLER, *Lehrbuch der kosmischen Physik.* Braunschweig 1875.

WOEIKOFF, *Die Klimate der Erde.* Jena 1887.

HANN, *Handbuch der Klimatologie.* Stuttgart 1897. Appartiene alla biblioteca dei manuali geografici diretta dal RATZEL (v. pag. 224).

LOOMIS, *Treatise on meteorology.* New York 1870.

CROLL, *Climate and cosmology.* Edinburgh 1885.

ID., *Climate and time.* London 1890.

ABERCROMBY, *Weather.* New York 1887.

FERREL, *A popular treatise on the winds.* New York 1890.

DAVIS, *Elementary metereology.* Boston 1894.

Per altre fonti v. note a pagg. 287, 289, 297, 298, 299, 303, 304.

LA VEGETAZIONE

I. — DELLA VEGETAZIONE IN GENERALE

1. Geografia botanica. — Dicesi *geografia botanica* o *fitogeografia* (dal gr. *phiton* = pianta) quel ramo della geografia che studia il rivestimento vegetale della superficie terrestre nelle sue forme e nella sua distribuzione.

Tale studio ha grandissima importanza, perchè dal rivestimento vegetale dipendono molte condizioni fisiche ed antropogeografiche delle regioni, e perchè tale rivestimento costituisce uno dei principali determinanti di quella fisonomia complessiva del terreno, che colpisce il nostro senso estetico e che denominiamo il *paesaggio*.

L'insieme dei vegetali viventi in una data regione od appartenenti ad una data epoca della storia della terra dicesi *flora*. L'area di diffusione di una flora chiamasi *abitazione*, e le località caratterizzate da speciali condizioni influenti sullo sviluppo di una determinata specie vegetale denominansi *stazioni*. Così, ad esempio, si dirà: la flora mediterranea, la flora del periodo carbonifero; si dirà che una flora ha per abitazione la zona equatoriale, tropicale, artica, polare, ecc., ed in ciascuna di esse si distingueranno le stazioni marine, le terrestri, le lacustri, le fluviali, ecc.

2. Forme di vegetazione. — Le forme di vegetazione considerate nella geografia botanica, non si riferiscono ai singoli individui, ma ai loro aggruppamenti, ossia alle associazioni di individui della stessa specie o di specie analoghe.

Le forme di vegetazione fondamentali possono così classificarsi:

1° *Forme boscose*, ossia agglomerazioni di vegetazione arborea; in esse si distinguono due tipi principali:

A) Le *selve tropicali*, caratterizzate dalla varietà della specie e dalla forte densità di popolazione vegetale. Costituiscono ostacoli alla praticabilità del terreno assai maggiori delle masse montane e delle distese d'acqua, e possono rendere difficilissima l'esplorazione delle regioni dove sorgono.

B) Le *foreste* o *boschi* delle zone temperate e fredde, che si distinguono dalle precedenti per minor densità di popolazione e povertà di forme, cosicchè sono spesse volte costituite da una sola specie

vegetale, detta in termine forestale *essenza*. Dal predominio di un'essenza dividonsi in:

a) *foreste di conifere:* piante a foglie aghiformi, per lo più sempreverdi, di cui i principali tipi sono l'abete, il larice, il pino, il cipresso, ecc.

b) *foreste di amentacee:* piante a foglie larghe (*alberi latifogli*) e caduche; i tipi principali sono la quercia, il faggio, il castagno, il carpino, il frassino, l'acero, il tiglio, l'olmo, l'ontano, il pioppo, il platano, ecc.

Rispetto alla loro utilizzazione e governo i boschi distinguonsi in:

a) *boschi di alto fusto* o *fustaie*, quando le piante vengono allevate a fusto alto per averne legname di grande dimensione; in tali boschi le piante si abbattono, allorchè sono giunte a maturazione.

b) *boschi a ceduo*, quelli nei quali le piante vengono periodicamente spogliate dei loro rami, rimanendo solo il tronco, che dicesi regolato a *ceppaia*, se mozzato sin presso terra, a *capitozza*, se tagliato solamente in alto.

2° *Forme cespugliose*, ossia agglomerazioni di vegetazione arbustacea, quali le *macchie* della zona mediterranea, le *giungle* dell'India. Col diradarsi della vegetazione arbustacea si hanno i *gerbidi*, che assumono di frequente speciali denominazioni locali, come quelle di *vaude*, *baragge*, *brughiere*, *groane*, *ericaie*, *scopeti*, ecc., in Italia; di *lande* in Francia; di *Heiden* in Germania; di *steppe* in Russia, ecc.

3° *Forme prative*, ossia agglomerazioni di vegetazione erbacea, nelle quali si possono distinguere le praterie miste di erbe ed arbusti, e le praterie di sole erbe. Le prime sono rappresentate da molte *steppe* della Russia, dalle *pustze* in Ungheria, dalle *savane* nelle Americhe, dai *llianos* nell'Orenoco e dai *pampas* nell'America meridionale; si accostano talvolta per la loro fisonomia ai gerbidi, ma più generalmente queste forme sono caratterizzate da periodi di ricca vegetazione all'epoca delle piogge e da periodi di sterilità al cessar di esse. Le praterie di sole erbe sono rappresentate dai prati naturali od artificiali e dai pascoli, i primi falciabili, i secondi no.

4° *Forme palustri*, quelle costituite da erbe od arbusti sviluppantisi in terreno acquitrinoso, come le *torbiere* e le *maremme* in Italia; i *marshs* in Olanda; i *moors* in Inghilterra; le *tundre* in Siberia, ecc. Quando il suolo è permanentemente coperto di acque, queste forme tendono alle *acquatiche*, costituite in prevalenza di erbe e specialmente di alghe, e distinguibili a seconda della loro stazione in fluviali, lacustri e marittime.

5° *Forme coltivate*, ossia agglomerazioni dei vegetali utili all'uomo. Possono distinguersi in *aratorie* o *prative*, a seconda che il terreno viene o no annualmente smosso; in *asciutte* od *irrigue*, dipen-

dentemente dall'intervento o no di acque fertilizzanti; oppure si classificano in base alle loro forme produttive in: *campi*, *prati*, *vigneti*, *orti*, *giardini*, ecc.

3. Distribuzione della vegetazione. — Dallo studio della diffusione del mondo organico nel globo risulta che quasi tutti i suoi punti sono popolati di organismi animali e vegetali, ma che nella loro distribuzione esistono differenze quantitative e qualitative fortissime, le quali concorrono in modo efficace a caratterizzare una regione ed hanno perciò importanza geografica assai grande. Dal punto di vista geografico lo studio della distribuzione del regno vegetale è però assai più interessante di quello della distribuzione del regno animale, poichè il primo costituisce un elemento di gran lunga più efficace del secondo per esprimere la fisonomia di una regione. Infatti l'animale, avendo capacità propria di locomozione, può andare in cerca di quelle località dove trova condizioni più adatte di vita; mentre la pianta, che non ha mezzi diretti di migrazione, è obbligata a vivere dove è nata, ed è quindi un vero prodotto delle condizioni locali.

Gli elementi necessari per la vita dei vegetali sono tolti all'aria, all'acqua ed al terreno. Le condizioni per la vegetazione possono perciò riassumersi nelle seguenti: luce, calore, umidità e natura del terreno.

L'influenza della luce sulla vegetazione è ben messa in evidenza da un parallelo fra il rivestimento vegetale dei paesi nebbiosi e quello dei paesi senza nebbie. Più importante della luce è però il calore, al quale riguardo si può dire che ogni pianta abbia una temperatura ottima, una massima ed una minima. La prima corrisponde al suo più rigoglioso sviluppo, le altre rappresentano i limiti oltre i quali la pianta non può vegetare. Ogni pianta esige inoltre una certa somma totale di calore per poter compiere tutte le fasi della propria vita vegetativa annuale, dal germogliamento alla maturazione del seme; la durata di tale vita è perciò dipendente dalla temperatura del luogo. Da tutto questo si vede di quanta utilità possono tornare i cartogrammi della temperatura (pag. 289) per lo studio della distribuzione della vegetazione.

L'umidità, sia sotto la forma di vapore acqueo, sia sotto quella di precipitazioni, o di acque irrigue, purchè non oltrepassi certi limiti, favorisce l'assimilazione degli elementi necessari allo sviluppo della pianta ed esercita quindi una notevole e benefica influenza sulle condizioni di vegetazione di una regione. Fra il regime pluviometrico di una regione e le sue condizioni di vegetazione esiste quindi un certo parallelismo, che può assai efficacemente essere messo in evidenza mediante rappresentazioni grafiche, sinottiche, di distribuzione di pioggia e di vegetazione (pagg. 288 e 289).

La natura del terreno influisce sulla vegetazione tanto per le sue qualità fisiche, quanto per le sue qualità chimiche. Le qualità fisiche del terreno che più interessano la vegetazione sono la compattezza, la permeabilità e la capacità calorifica. Dal grado di compattezza del terreno dipende la maggiore o minore possibilità di formazione di quello strato detritico che ricopre le rocce e che favorisce lo sviluppo della vegetazione; dallo stesso grado di compattezza del terreno dipende inoltre la possibilità del ramificarsi in esso di grosse radici, e quindi dell'attitudine del terreno alla vegetazione arborea. La permeabilità influisce sulla vegetazione col permettere o no la penetrazione negli strati del terreno di una sufficiente umidità e col conservare più o meno a lungo tale umidità. La capacità calorifica dei terreni esercita pure una notevole influenza sulla vegetazione, poichè la massima parte del calore necessario alle piante più che dall'aria, la quale, come si è detto, è trasparente al calore, viene trasmesso dal terreno.

Quanto all'azione delle qualità chimiche del terreno, osserviamo che la pianta, come prende dall'aria e dall'acqua una parte dei proprii alimenti, così prende dal terreno gli altri alimenti indispensabili alla sua nutrizione; oltre a ciò notiamo che ad una pianta sono più confacenti alcuni elementi del terreno, ad un'altra altri elementi. I terreni sono quindi, a seconda della loro chimica composizione, più o meno propizii allo sviluppo della vegetazione in genere, o di una determinata vegetazione in ispecie.

I terreni atti alla vegetazione essendo detritici e generalmente rappresentati da formazioni di trasporto, risultano dalle mescolanze di più elementi. Principali fra questi elementi sono: l'argilla, la silice, la calce e le sostanze organiche, che decomponendosi e combinandosi colle minerali formano l'*umo;* entrano poi in via secondaria la magnesia, gli ossidi di ferro, i fosfati, ecc.

In natura tali elementi trovansi fra di loro mescolati in numero e proporzioni diverse, ed i terreni più fertili sono quelli che risultano da una relativamente perfetta miscela dei principii sopradetti, mentre sono difettosi quelli nei quali vi è predominio di uno solo di essi. Dalla preponderanza di uno di tali principii, limitandoci però solamente ai principali, noi potremo pertanto dividere i terreni vegetali in alcune classi, presentanti fra di loro differenze caratteristiche. Tali classi possono così designarsi: *terreni argillosi*, *terreni silicei*, *terreni calcari*, *terreni umiferi* (1).

---

(1) Per particolari su questo argomento consultinsi le opere seguenti:
Selmi, Principî elementari di chimica agraria. Torino 1851 (v. specialmente :

I *terreni argillosi* sono compatti, trattengono l'umidità, non si riscaldano facilmente. Hanno poca attitudine alla vegetazione arborea, sono difficili a lavorarsi e per loro natura sterili; però sottoposti ad intenso lavoro e ad opportuni emendamenti e correttivi, ritenendo i principii ingrassanti loro affidati, sono suscettibili di forte produzione, specialmente in cereali. Vengono comunemente chiamati *terreni forti, pesanti, freddi.*

I *terreni silicei* presentano qualità opposte alle precedenti, hanno cioè poca compattezza, grande permeabilità e facilità di riscaldamento. Sono perciò atti alla vegetazione arborea, facili a lavorarsi, ma poco produttivi, perchè inaridiscono rapidamente e non trattengono i principii ingrassanti. Diconsi comunemente *terreni sabbiosi* o *leggeri.*

I *terreni calcari* hanno qualità intermedie a quelle delle due classi precedenti e si accostano agli argillosi quando il calcare è relativamente compatto, ai silicei quando è allo stato sabbioso. Tali terreni sono in genere abbastanza favorevoli alla vegetazione arborea e non di difficile lavorazione, ma presentano differenze grandissime, a seconda dell'intervento o no dell'acqua; sono cioè assai produttivi, specialmente in leguminose, quando ben irrigati e, se non irrigati, sono generalmente sterili, o si coprono in corrispondenza dei periodi di pioggie, di rigogliosa vegetazione, che intristisce nei periodi di siccità.

I *terreni umiferi* hanno compattezza media, assorbono e trattengono l'umidità, per il loro colore nerastro ritengono a lungo il calore, e sono di facile lavorazione. In genere si prestano per ogni genere di vegetazione.

Riassumendo adunque, possiamo dire che le condizioni della vegetazione dipendono da quelle del clima (luce, calore, umidità) e da quelle del terreno (qualità fisiche e chimiche). Le prime però sono senza dubbio le più importanti, ed è infatti il differenziarsi dei climi nell'era terziaria, che ha dato luogo al passaggio da una flora univer-

---

§ 2, *Dei terreni;* § 3, *Classificazione dei terreni;* § 4, *Proprietà fisiche dei terreni*).

Enciclopedia agraria italiana. Torino 1880 (v. Vol. II, P. III: *Geologia e geognosia agraria*, ai capitoli: *Il terreno coltivabile* e *Classificazione dei terreni*).

FUNARO, *Chimica del terreno.* Milano 1882.

DI MURO, *Trattato di agronomia.* Milano 1892 (v. Libro II: *Agrologia*, specialmente dal § 113 al 124).

GILLOT, *Influence de la composition minéralogique du sol sur la végétation. Colonies végétales hétéropiques.* Bulletin de la Société botanique de France, LXI, 1894.

sale alle flore speciali di ogni parte della superficie terrestre. È perciò che nello studio della distribuzione della vegetazione si possono prendere per base le divisioni climatiche, e siccome l'elemento del clima che maggior influenza esercita sulla vegetazione è la temperatura, e questa come abbiamo visto (pagg. 286 e 287), varia principalmente colla latitudine e coll'altitudine, così potremo formulare la seguente legge generale di distribuzione della vegetazione: *la varietà e la densità delle specie vegetali diminuiscono dall'equatore ai poli e dalla base alla cima della montagna.*

La terra può pertanto dividersi in zone di vegetazione tanto nel senso orizzontale, quanto nel senso verticale.

Le principali zone di vegetazione nel senso orizzontale possono, in base alla latitudine, così individuarsi:

1° *Zona equatoriale* (da 15° N. a 15° S.): caratterizzata da vegetazione lussureggiante, da grande varietà nelle specie e forte densità di popolazione vegetale; è la zona delle selve vergini coprenti aree estesissime, specialmente nel centro dell'Africa (Bacino del Congo) e nell'America meridionale (Bacino delle Amazzoni); vi sono piante caratteristiche le palme ed i banani.

2° *Zone tropicali* (da 15° a 23°): hanno quali forme di vegetazione predominanti le praterie miste di erbe altissime ed arbusti, tipicamente rappresentate nelle *savane* dell'America; sono piante caratteristiche di queste zone le grandi felci arboree.

3° *Zone subtropicali* (da 23° a 34°): zone dette dei sempreverdi, perchè vi si trovano agglomerazioni di alberi sempreverdi con bellissimi fiori; sono piante caratteristiche di tali zone in Africa e nell'Asia occidentale la palma del dattero, nell'Asia orientale e nell'Australia il the e le camelie, nelle Americhe la magnolia.

4° *Zone temperate calde* (da 34° a 45°): continuano in queste zone i sempreverdi, ma le palme cessano o impiccioliscono, e le piante non hanno più fiori così vistosi come nelle zone precedenti; vi prosperano molti alberi fruttiferi e specialmente l'ulivo e la vite.

5° *Zone temperate fredde* (da 45° a 58°): sono zone caratterizzate dalle coltivazioni di cereali nella loro parte meridionale, e dalle foreste di amentacee e dalle praterie nella parte settentrionale.

6° *Zone subartiche* (da 58° a 66°): in esse predominano le foreste di conifere.

7° *Zone artiche* (da 66° a 72°): cessa la vegetazione arborea e subentra l'arbustacea.

8° *Zone polari* (da 72° a 90°): la vegetazione non è più rappresentata che da crittogame, muschi, licheni, ecc., o manca in modo assoluto.

Nel senso verticale si avrebbe all'equatore una distribuzione in zone che può così riassumersi:

1° Fino	a 600 m.	zona	delle palme e dei banani.
2° »	a 1200 m.	»	delle felci arboree.
3° »	a 1900 m.	»	dei sempreverdi.
4° »	a 2500 m.	»	dell'ulivo e della vite.
5° »	a 3100 m.	»	delle foreste di amentacee.
6° »	a 3700 m.	»	» di conifere.
7° »	a 4200 m.	»	degli arbusti.
8° Oltre	a 4200 m.	»	dei muschi.

Riavvicinando queste due classificazioni si può constatare la corrispondenza tra la distribuzione della vegetazione in senso orizzontale e quella in senso verticale, cosicchè si vede come una data specie di vegetazione, per esempio, della zona equatoriale, ricompaia ad altitudini minori in zone meno calde. Questo ravvicinamento può efficacemente esprimersi mediante un diagramma, quale quello rappresentato dalla fig. 147.

Le esposte classificazioni possono applicarsi a qualsiasi parte della superficie della terra, tenendo conto della latitudine; ma per il loro carattere generico esse non valgono che per la terra considerata nel suo complesso e per uno studio generale della distribuzione della vegetazione. Volendo considerare un solo continente o fare un esame più particolareggiato della distribuzione della vegetazione, è necessario tener conto di molti altri fattori, che concorrono a far variare i limiti delle zone e le loro caratteristiche. Così, per esempio, nella distribuzione orizzontale della vegetazione in Europa, si possono distinguere le seguenti quattro zone:

1ª *Zona delle tundre*, corrispondente alla parte più settentrionale della Russia;

2ª *Zona delle foreste*, comprendente l'Europa atlantica;

3ª *Zona dei sempreverdi*, corrispondente alle articolazioni meridionali del continente;

4ª *Zona delle steppe*, comprendente la parte S. E. della Russia.

Lo stesso dicasi per la distribuzione verticale della vegetazione che, per esempio, nella regione alpina viene distinta, con qualche differenza dalla classificazione generale, nel modo seguente (v. per le altitudini corrispondenti, pagg. 155 e 156):

1° *Zona degli alberi fruttiferi:* da 300 a 600 m. (collina). Alberi fruttiferi, vite e cereali.

2° *Zona dei faggi:* da 600 a 1500 metri (bassa montagna). Boschi di amentacee e prati.

3° *Zona dei pini:* da 1500 a 2000 metri (parte inferiore della media montagna). Boschi di conifere, pascoli alpini.

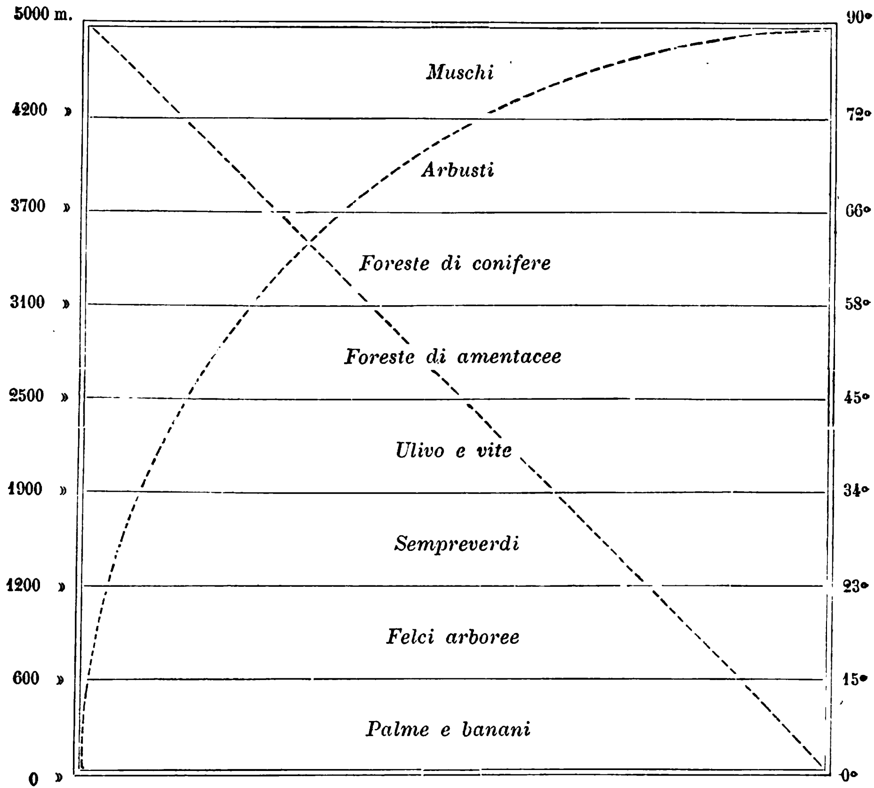


Fig. 147. — Diagramma della distribuzione orizzontale e verticale della vegetazione riferita all'equatore.

4° *Zona degli arbusti:* da 2000 a 2800 metri (parte superiore della media montagna). Cessa la vegetazione arborea, sottentra l'arbustacea: conifere nane, rododendri, eriche, ecc., pascoli magri.

5° *Zona delle crittogame:* oltre 2800 metri (alta montagna). Muschi e licheni.

II. — INFLUENZA DELLA VEGETAZIONE SULLE OPERAZIONI DI GUERRA

La vegetazione ha influenza sulle operazioni di guerra sia come oggetto geografico costituente il rivestimento della superficie terrestre, sia come fattore delle forme del terreno, delle sue condizioni idrografiche, del suo clima e dei suoi caratteri antropogeografici.

Tale influenza si esplica tanto nell'impiego, quanto nella conservazione della forza. La sua esplicazione nell'impiego della forza interessa il campo strategico e tattico, essendo la vegetazione uno dei determinanti della praticabilità strategica e tattica del terreno. L'influenza esplicantesi nella conservazione della forza interessa invece più specialmente le operazioni logistiche, poichè la vegetazione ha dirette ed intime relazioni col numero e col genere delle strade, colla distribuzione e colle dimensioni degli abitati, e più che tutto colle risorse agricole delle regioni.

Nei riguardi strategici le forme di vegetazione aventi maggiore importanza sono quelle rappresentate dalle foreste, che se nelle regioni dei teatri d'operazione europei non hanno, come si è detto, l'imponenza di quelle della zona equatoriale, coprono tuttavia aree abbastanza estese, specialmente nell'Europa settentrionale e centrale (1).

(1) L'estensione delle foreste nei vari Stati d'Europa, paragonata alle rispettive aree totali, è la seguente:

Russia	40	per cento
Svezia	40	»
Austria	31	»
Ungheria	28	»
Germania	25	»
Svizzera	19	»
Francia	17,7	»
Belgio	17	»
Italia	14,4	»
Spagna	14	»
Grecia	11	»
Danimarca	10	»
Olanda	7	»
Portogallo	5,3	»
Inghilterra	4	»

Per particolari vedasi SANTILLI, *Selvicoltura* (Manuale Hoepli). Milano 1891 (cnfr. Capo I: *Estensione delle foreste in Italia ed in Europa*).

Le foreste costituiscono generalmente nel campo strategico un ostacolo allo sviluppo delle operazioni, ostacolo che può servire a migliorare le condizioni di una linea strategica od a mascherare concentramenti e movimenti di truppe, rendendo difficile l'esplorazione strategica del nemico.

Numerosi sono gli esempi che la storia ci presenta a questo riguardo. Nella campagna del 1792 in Francia la linea di difesa occupata dalle truppe del Dumoriez ripeteva la sua robustezza dalle foreste delle Argonne, attraversabili solo alle strette di Chêne populeux, Croix au bois, Grand Pré, Chaland, Les Islettes.

In principio della guerra del 1870 le foreste di riva destra della Saar coprirono il concentramento della II Armata tedesca (1), e quelle della riva sinistra della Lauter favorirono l'avanzata della III Armata su Weissemburg; mentre la foresta di Hagenau, arrestando l'avanscoperta della stessa armata, permise la marcia di fianco della divisione Conceil du Mesnil dall'Alsazia meridionale su Wörth (2).

Nella campagna della Loira, sul finire del 1870, i boschi di Orléans e di Marchenoir occultarono l'organizzazione delle forze francesi, coprirono i loro spostamenti, e permisero a quelle truppe raccogliticce di opporre al corpo d'operazione del principe Federico Carlo una lunga serie di tenaci resistenze (3).

Grandissima è pure l'importanza dei boschi nel campo tattico, dove danno allo sviluppo del combattimento un'impronta affatto particolare (4). Costituendo i boschi anche qui elementi d'ostacolo, essi saranno generalmente favorevoli alla difensiva e permetteranno di resistere, anche a lungo, contro forze superiori. Fra i molti esempi si può citare quello della 7ª Divisione prussiana (14 battaglioni) alla battaglia di Sadowa, che, occupando il bosco di Swiep, resistette dalle 8 del mattino sino oltre mezzogiorno contro le truppe del II e IV Corpo austriaco (40 battaglioni) (5).

---

(1) Tassoni, *Storia militare. Guerra franco-tedesca del* 1870-71. Lezioni esposte agli ufficiali allievi della Scuola di guerra (inedite) (cnfr.: *Schieramento strategico delle armate tedesche e marcia della II armata dal Reno alla Saar*).

(2) Id., op. cit. (cnfr.: *Invasione dell'Alsazia*).

(3) Id., op. cit. (cnfr.: *Campagna della Loira*).

(4) Ministero della guerra. *Norme generali per l'impiego delle tre armi nel combattimento*. Roma 1891 (cnfr. pag. 62: *Combattimenti nei boschi e nei terreni fortemente coperti*).

Breton, *Du rôle des forêts en temps de guerre*. Paris 1894. Contiene al termine del volume un breve indice bibliografico.

De Cumis, *Trattato di tattica*. Roma 1898 (cnfr.: *Boschi*, pag. 491 e segg.).

(5) De Cumis, op. cit. (cnfr.: *L'attacco del bosco di Swiep*, pag. 500 e segg.).

Minor importanza delle foreste hanno certamente le altre forme di vegetazione naturale, sia per le loro qualità intrinseche, sia per la loro minore diffusione. Quest'importanza ridiventa però assai grande in quella forma di vegetazione artificiale, che abbiamo compreso sotto la denominazione complessiva di *coltivazioni.*

La coltivazione del terreno ha generalmente per conseguenza l'aumento della rete di comunicazioni e delle risorse, può quindi rendere più accessibili le regioni e favorire perciò lo sviluppo strategico e logistico delle operazioni attraverso le stesse.

Viceversa l'estendersi ed il diventar intenso delle coltivazioni è sfavorevole allo sviluppo tattico delle operazioni, e ciò per l'addensarsi delle piantagioni, il sorgere di siepi e muricciôli, l'aprirsi di canali e fossati, lo smuoversi del terreno, ecc., fatti tutti che limitano la praticabilità, la vista ed il campo di tiro. Così, quale contrapposto ai terreni pianeggianti, che la mancanza o la povertà di vegetazione rende aperti alla manovra e dove trovano impiego le grandi masse di cavalleria e di artiglieria, abbiamo quei terreni che la vegetazione rende rotti, oscuri, insidiosi e dove si può dire che la sola fanteria trovi utile impiego (1).

Le condizioni di vegetazione e di coltivazione del suolo interessano grandemente il campo logistico, sia perchè i diversi limiti della vegetazione e la quantità delle risorse agricole permettono di fare preziose induzioni su taluni mezzi di alimentazione delle truppe, sia perchè le condizioni di vegetazione e di coltivazione sono strettamente legate alla praticabilità stradale, all'abitabilità di una regione, alla sua ricchezza ed alla densità e distribuzione della sua popolazione.

La grande influenza che la vegetazione può esercitare, specialmente sulle operazioni tattiche e logistiche, appare in modo singolarmente evidente in uno studio geografico-militare del bassopiano del Po, dove le forme di vegetazione, strettamente collegate alle condizioni dell'idrografia sotterranea (v. pag. 236), unitamente ad altri fatti geografici, in parte da esse forme dipendenti, danno luogo a condizioni tattiche e logistiche speciali e fra di loro sensibilmente diverse, a seconda che si operi nell'alta o nella bassa zona della pianura. Di tali condizioni, che risultano dal complesso di parecchi elementi geografici, si terrà parola nello studio delle *regioni geografiche.*

Concludendo diremo che in uno studio geografico-militare si dovrà sempre tener conto dell'elemento della vegetazione, e tale elemento dovrà essere considerato nelle diverse forme colle quali si presenta. Di queste forme si esamineranno le influenze esercitate sulle opera-

(1) Leggasi a questo riguardo l'interessante studio del generale CORSI sui combattimenti attorno a Le Mans nell'*Italia militare* del 16 novembre 1880.

zioni strategiche, logistiche e tattiche, fermando più specialmente l'attenzione sulle forme vegetative delle foreste e delle coltivazioni, quali quelle aventi maggior importanza dal punto di vista militare.

Le prime saranno studiate anzitutto nel loro valore assoluto, considerandone: le dimensioni lineari e la superficie, la natura (*essenza*), il metodo d'utilizzazione, il tracciato e la configurazione dei margini, e la praticabilità interna; quindi nel loro valore relativo, prendendo in esame la loro giacitura nel campo delle operazioni ed il loro orientamento rispetto alla direzione delle operazioni.

Le seconde dovranno essere studiate nella loro natura per vedere l'influenza che esse esercitano sulla praticabilità, sul campo di vista e di tiro; e nella loro produttività e nei loro rapporti coll'abitabilità per apprezzare le relazioni che possono avere colle operazioni logistiche.



FONTI E NOTA BIBLIOGRAFICA

per lo studio della vegetazione

Le fonti ufficiali per lo studio della vegetazione sono in Italia rappresentate dalle seguenti pubblicazioni fatte dal Ministero d'agricoltura, industria e commercio, per mezzo di alcuni suoi organi (1):

Relazioni intorno alle condizioni dell'agricoltura in Italia. Roma 1879. Opera di sei volumi che dà un'idea completa delle condizioni agricole del nostro paese. È tenuta al corrente mediante una serie di pubblicazioni periodiche, di cui le principali sono:

Notizie e studî sull'agricoltura (ogni due o tre anni).

Annali di agricoltura (più volte nell'anno).

Bollettino di notizie agrarie (mensile).

Rivista meteorico-agraria (decadica).

Esistono inoltre parecchie opere speciali, fra le quali si notano, come più opportune a consultarsi per lo studio delle condizioni della vegetazione in Italia, le seguenti:

Condizioni agrarie e forestali d'Italia. Volume compilato in occasione dell'esposizione di Parigi del 1878, Roma 1878.

Atti della giunta per l'inchiesta agraria e sulle condizioni della classe agricola (Jacini), Roma 1881-85.

Colle consuete norme si dà qui in appresso una nota di opere riflettenti lo studio della vegetazione:

Gautieri. *Dello influsso dei boschi sullo stato fisico dei paesi e sulla prosperità delle nazioni.* Milano 1817.

Castellani. *Dell'immediata influenza delle selve sul corso delle acque.* Torino 1818.

Parmeggiani. *Sull'effetto del disboscamento e dissodamento dei monti rispetto all'altezza delle piene maggiori dei fiumi arginati.* Bologna 1860.

Gastaldi. *Brevi cenni di geologia e geognosia agraria.* Torino 1880.

Ardissone. *La vegetazione terrestre considerata nei suoi rapporti col clima.* Milano 1885.

Gabriele Rosa. *Storia dell'agricoltura nella civiltà.* Milano 1885.

---

(1) Per la direzione del servizio agrario in Italia si hanno presso il Ministero d'agricoltura, industria e commercio una Direzione generale dell'agricoltura ed alcuni Consigli permanenti (Consiglio di agricoltura, per l'istruzione agraria, di meteorologia e geodinamica, delle miniere, geologico, forestale, ippico, ecc.). Del predetto Ministero fa parte anche la Direzione generale della statistica, di cui si dirà più avanti, e da esso dipendono pure: l'Ufficio centrale di meteorologia e geodinamica e l'Ufficio geologico ai quali si è già accennato. L'autorità centrale esercita la propria azione nel Regno mediante i Comizi agrari, dei quali ne esiste uno per ogni circondario. L'opera del governo è completata da parecchie società agricole, generali o speciali, comunali o private.

CANTONI. *L'agricoltura in Italia.* Milano 1885.

CANTANI. *Elementi di economia naturale, basati sul rimboschimento, sotto il punto di vista climatico, economico ed igienico.* Torino 1893.

SOLARI. *La fertilizzazione del suolo e la questione sociale. Contributo di studi all'economia sociale.* Torino 1896.

RIDOLFI. *Le coltivazioni di poggio, le colmate agrarie in pianura ed in collina e lo scavo dei terreni sui monti.* Firenze 1896.

FICHERA. *Il risanamento delle campagne italiane rispetto alla malaria, all'agricoltura ed alla colonizzazione.* Milano 1897.

UZIELLI. *La geologia e l'agricoltura.* Parma 1897.

Trattati e manuali di agricoltura utili per consulto, oltre gl'indicati a pagg. 313 e 314, sono quelli di: ALOI, CANTONI, CAREGA DI MURICCE, CARUSO, CELI, CUPPARI, JEMINA, FETTARAPPA, NICCOLI, OTTAVI, PINOLINI, POGGI, ecc.

DE CANDOLLE. *Géographie botanique raisonnée, ou exposition des faits principaux et des lois concernantes la distribution des plantes à l'époque actuelle.* Paris 1855.

GRISEBACH (trad. dal ted. di TCHIHATCHEFF). *Le végétation du globe.* Paris 1875-78.

CONTEJEAN. *Géographie botanique. Influence du terrain sur la végétation.* Paris 1881.

DRUDE (trad. dal ted. di POIRAULT). *Manuel de géographie botanique.* Paris 1897. L'originale tedesco appartiene alla biblioteca dei manuali geografici diretta dal RATZEL (v. pag. 224).

La bibliografia francese è ricchissima di trattati e manuali di agricoltura, che possono essere anche consultati per farsi un'idea delle condizioni di fatto dell'agricoltura in Francia. A questo riguardo vedansi specialmente:

GOSSIN. *L'agriculture française. Principes d'agriculture appliqués aux diverses parties de la France.* Paris 1874.

BAUDRILLART. *Les populations agricoles de la France.* Paris 1885-93.

GRISEBACH-ASCHERSON-SCHWEINFURTH. *Anleitung zur Beobachtungen in der Pflanzengeographie.* Berlino 1875.

ENGLER. *Versuch einer Entwickelungsgeschichte der Pflanzenwelt; insbesondere der Florengebiete seit Tertiär Periode.* Leipzig 1879-82.

DRUDE. *Die Florenreiche der Erde.* Gotha 1884.

WÜNSCHE. *Die Alpenpflanzen.* Leipzig 1896.

Numerosi trattati e manuali, e due ottimi atlanti: quello di RUDOLPH, *Atlas der Pflanzengeographie*, Berlino 1864; e la parte di geografia botanica dell'atlante del BERGHAUS (v. pag. 224), redatta dal DRUDE.

GLI ELEMENTI ANTROPOGEOGRAFICI

I. — DELL'UOMO IN GENERALE

1. Antropogeografia. — La superficie della terra è la scena sulla quale si svolge la storia dell'uomo. L'uomo deve perciò sentire l'influenza di tutti gli elementi direttamente costituenti la superficie terrestre o che indirettamente ne interessano la sua costituzione; tuttavia egli, a differenza degli altri animali, non subisce passivamente l'azione delle forze della natura e non si sviluppa adattandosi inconsciamente all'ambiente, ma a sua volta agisce sugli elementi naturali e tende ad indirizzarli ai proprii fini, od assecondandoli o soggiogandoli. Da ciò risulta un complesso di azioni e di reazioni fra la natura e l'uomo, la di cui indagine è di compendio della geografia, e costituisce l'essenza di quella sua parte, che chiamasi *antropogeografia* o *geografia antropica* (1).

Lo studio di essa si fonda su quei rami della scienza generale dell'uomo che intitolansi *antropologia* ed *etnologia*.

L'antropologia può definirsi la storia naturale del genere umano; quella scienza cioè che considera l'uomo come esemplare di una specie zoologica e ne studia i caratteri *fisici* (*corporali* o *somatici*, dal greco *soma* = corpo) ed i caratteri *spirituali* (*psichici*, dal greco *psiche* = anima). Quando essa limitasi alla semplice descrizione di tali caratteri, dicesi però più propriamente *antropografia*, e chiamasi *antropometria* allorchè si occupa esclusivamente delle dimensioni del corpo umano.

L'etnologia (dal gr. *ethnos* = popolo) studia invece l'uomo nelle sue agglomerazioni, considerandolo più specialmente nei suoi caratteri *etnici*, ed anche questa parte dicesi più propriamente *etnografia*, quando fa semplicemente la descrizione delle forme e della distribuzione geografica dei popoli. Quel ramo dell'etnologia che si occupa

---

(1) V. nota (2) a pag. 17.

delle tradizioni popolari, viene poi distinto colla denominazione particolare di *folclore* (dall'inglese *folk* = popolo e *lore* = dottrina) (1).

2. Classificazione del genere umano. — L'uomo può, in base ai suoi diversi caratteri, essere suddiviso in alcune classi, che prendono il nome di *razze*, quando la classificazione considera più specialmente i caratteri fisici; di *nazioni*, quando è più specialmente fatta in base ai caratteri spirituali ed etnici. Tale distinzione non può però essere assoluta, e più propriamente si dirà che la razza va considerata come un prodotto esclusivamente naturale, mentre la nazione è un prodotto ad un tempo naturale e storico.

I principali caratteri fisici che si devono prendere in considerazione in tali classificazioni sono: il colore della pelle, la capigliatura, la formazione del cranio, la configurazione della faccia, la statura, ecc. I caratteri spirituali ed etnici sono più numerosi; non pochi di essi sfuggono all'analisi, e molti s'intrecciano fra di loro e si confondono coi fisici. Ad ogni modo si dovranno considerare come caratteri più specialmente spirituali: le lingue e le religioni; come caratteri essenzialmente etnici: gli ordinamenti sociali, politici ed economici (2).

---

(1) La trattazione di molti argomenti di antropologia e di etnologia trova posto nei corsi di *Storia generale* e di *Scienze sociali*, che si tengono alla Scuola di guerra. Vedasi:

CONSENTINO. *Sunto delle lezioni di Storia generale svolte ai signori ufficiali allievi della Scuola di guerra.* Torino 1880 (cnfr. specialmente vol. I: *Le origini*, pag. 75 e segg.; *La terra e l'uomo*, pag. 119 e segg.).

FABRIS. *Appunti di storia generale.* Torino. Scuola di guerra. Anno scolastico 1886-87 (ed. litografata), (cnfr. specialmente Parte I: *Le razze*).

ARMAN. *Lezioni di Storia generale svolte agli ufficiali allievi della Scuola di guerra.* Anno scolastico 1897-98 (inedite) (cnfr. specialmente: *I tempi preistorici*).

RINAUDO. *Lezioni di Scienze sociali svolte agli ufficiali allievi della Scuola di guerra.* Anno scolastico 1897-98 (inedite) (cnfr. specialmente: I, *Nozioni di sociologia e di dottrina dello Stato;* VI, *Economia politica;* VII, *Statistica*).

(2) Le questioni relative alla classificazione del genere umano trovano la loro trattazione nelle opere del BLUMENBACH, BROCA, HAECKEL, TOPINARD, DE QUATREFAGES, RANKE, RATZEL, MORSELLI, MARSELLI, ecc. Per gli studî di geografia può bastare il consulto dei due manualetti sottoindicati:

MALFATTI. *Etnografia* (Manuale Hoepli). Milano 1883. Contiene un elenco bibliografico.

CANESTRINI. *Antropologia* (Manuale Hoepli), Milano 1888.

Ottime trattazioni riassuntive di tali argomenti trovansi anche nelle opere più volte citate:

La terra del MARINELLI (Vol. 2°, Lib. III: *L'uomo*); *La terra e gli esseri terrestri* del RICCI (Libro III: *Dei rapporti generali tra gli uomini e la superficie terrestre*).

3. Distribuzione geografica dell'uomo (1). — Nello studio di questa parte dell'antropogeografia la prima questione da risolvere è quella del numero degli abitanti del luogo, elemento difficile a determinarsi per la sua mutabilità e per le difficoltà di esatti rilievi, i quali molte volte devonsi sostituire con calcoli induttivi.

La scienza che si occupa di questi studî è la *demografia* (dal greco *demos* = popolazione) (2), che opera con metodo statistico, ossia raccoglie i fatti, li esprime numericamente e da queste espressioni risale alle leggi che tali fatti governano. La determinazione numerica della popolazione riflette due momenti:

1° Stato della popolazione, ossia numero degli abitanti, proporzione fra i sessi, stato civile, professioni, ecc.

2° Movimento della popolazione, ossia variazioni per nascite, morti, immigrazioni ed emigrazioni.

A ciò non si limita però lo studio della demografia, che all'esame di questa prima questione (*popolazione assoluta*), fa succedere quello della densità della popolazione, ossia del rapporto fra il numero degli abitanti e l'estensione di territorio (*popolazione relativa* o *specifica*), che costiuisce la base delle indagini corologiche di antropogeografia.

L'uomo per l'elasticità del suo fisico è forse il solo animale che possa dirsi cosmopolita; ma se teoricamente non si possono assegnare limiti alla diffusione del genere umano, nel fatto la terra permanentemente abitata ha i suoi confini, specialmente determinati dai fattori climatici della latitudine e dell'altitudine, e che possono ritenersi: nel senso della latitudine il 71° N (Terre artiche) ed il 55° S (Terra del fuoco); nel senso dell'altitudine, la quota di 5000 m. (villaggio di Toc Jalung nel Tibet a 4977 m.).

Però entro questi limiti assai irregolare è la distribuzione degli abitanti sulla superficie della terra, cosicchè con una densità media generale di 11 abitanti per chilom. quadr., abbiamo un massimo in Europa di 34 ed un minimo in America di 3; ed anche gli Stati d'Europa presentano grandissime differenze, risultanti con evidenza dal contrasto fra una popolazione relativa di 207 nel Belgio e di 6 in Norvegia (3). In Italia si ha un massimo di 185 in Campania ed un minimo di 31 in Sardegna (4).

---

(1) Intorno a questo argomento vedasi il Libro 1°: *Notizie ed avvertenze di demografia* dell'opera di MORPURGO. *La statistica e le scienze sociali.* Firenze 1872.

(2) Notizie relative alle più importanti e moderne opere di demografia trovansi nel recente articolo del prof. CARLO F. FERRARIS. *La scienza della popolazione.* Nuova Antologia 1° aprile 1898.

(3) WAGNER UND SUPAN. *Die Bevölkerung der Erde* VIII. Petermanns Mitteilungen. Ergänzungsheft, n. 101. 1891 (cnfr. pag. XI).

(4) MINISTERO DI AGRICOLTURA, INDUSTRIA E COMMERCIO. DIREZIONE GENERALE DELLA STATISTICA. *Annuario statistico italiano* 1897. Roma 1897 (cnfr. pag. 32 e 33).

Questa irregolarità nella distribuzione della popolazione si manifesta anche nell'interno di ogni regione, cosicchè nello studio della distribuzione della popolazione occorre addivenire alla sua distinzione in *sparsa* ed *agglomerata*, comunemente detta la prima *rurale* e la seconda *urbana*.

Di tutte queste differenze, che si verificano nella distribuzione della popolazione, le ragioni sono molte e complesse: le geografiche si mescolano intimamente alle storiche, e riesce difficile il mettere le prime in evidenza. Tuttavia si può dire che le principali cause geografiche influenti sulla densità della popolazione sono:

1° le condizioni climatiche, e specialmente il regime pluviometrico;

2° le forme e la natura del suolo, e specialmente le sue attitudini alla coltivazione;

3° le ricchezze industriali, e specialmente l'esistenza di prodotti minerali e sopratutto di depositi carboniferi;

4° la facilità di comunicazioni, specialmente marittime e fluviali.

Per quanto più particolarmente riflette le cause influenti sull'agglomeramento e sullo sparpagliamento delle popolazioni, si può soggiungere ch'esse debbono specialmente ricercarsi nell'occupazione prevalente degli abitanti. In massima si verifica nelle regioni industriali e commerciali tendenza all'agglomeramento, nelle regioni agricole tendenza allo sparpagliamento. Così, ad esempio, in Liguria la percentuale della popolazione sparsa è di circa 25, mentre nell'Emilia sale a 60. Tuttavia non sono rari i casi nei quali ragioni storiche o particolari cause geografiche intervengano a modificare tali proporzioni, ed infatti vediamo, ad esempio, la Sicilia, dove pure l'occupazione predominante è l'agricoltura, presentarci solamente il 10 % circa di popolazione sparsa, e ciò in causa della malaria, delle condizioni di pubblica sicurezza, dell'accentramento della proprietà e del perdurare di tradizioni feudali.

I centri di agglomeramento delle popolazioni hanno grande importanza nella storia dell'umanità, poichè essi sono ad un tempo fonti e strumenti dello sviluppo politico e sociale di un popolo. Le cause del loro sorgere, svilupparsi e decadere, la loro frequenza, distribuzione ed ubicazione, formano oggetto di studio di un ramo speciale dell'antropogeografia, che dicesi *poleografia* (dal gr., descrizione delle città).

A metter bene in evidenza questi fatti inerenti alla distribuzione della popolazione ed alle sue cause, servono efficacemente le rappresentazioni grafiche sinottiche, nelle quali, simultaneamente alla densità della popolazione, sia raffigurato il fatto che su di essa può aver maggiormente influito: altimetria, natura del suolo, linee fluviali,

sviluppo costiero, distanza dal mare, distribuzione delle pioggie, coltivazione del terreno, depositi minerarî, ecc. (1).

II. — L'OPERA DELL'UOMO

1. L'azione geografica dell'uomo. — L'azione geografica dell'uomo, rappresentata dalla sua opera di modificazione degli elementi naturali, si manifesta principalmente nei modi seguenti:

1° Coltivazione delle terre: *agricoltura.*

2° Lavorazione dei prodotti naturali: *industria.*

3° Scambio dei prodotti: *commercio.*

4° Adattamento della superficie terrestre: *costruzioni.*

Lo studio geografico dell'opera dell'uomo conviene sia fatto da due punti di vista, e cioè: dal punto di vista della società che l'ha prodotta, allo scopo di conoscerne gli ordinamenti economico-sociali e misurarne il grado di civiltà; e dal punto di vista dell'opera in sè, per constatare lo stato di fatto della modificazione apportata alla superficie della terra.

---

(1) Intorno alle cause determinanti la distribuzione della popolazione consultinsi le classiche opere del RATZEL:

Antropogeographie oder Grundzüge der Anwendung der Erdkunde auf die Geschichte. Stuttgart 1881-92. Appartiene alla Biblioteca dei manuali geografici diretta dallo stesso autore (v. pag. 224).

Politische geographie. München und Leipzig 1897 (cnfr. specialmente Cap. 16°: *Raum und Volkszahl*).

Ottime trattazioni riassuntive intorno a tali questioni trovansi pure in:

MARINELLI. *La terra,* già cit. (cnfr. Vol. II, Libro III).

RICCI. *La terra e gli esseri terrestri,* già cit. (cnfr. Libro III, § 4: *Delle condizioni geografiche influenti sull'agglomeramento degli uomini,* pag. 1055 e segg.).

Come esempi di ricerche antropogeografiche, riflettenti alcune cause che influiscono sulla distribuzione della popolazione, vedansi:

T. FISCHER. *Eine geographische Studie über Sicilien.* Petermanns Mitteilungen 1893. VIII.

O. MARINELLI. *Distribuzione altimetrica della popolazione in Sicilia.* Rivista geografica italiana. II, 1894.

IDEM. *Distribuzione della popolazione della Sicilia rispetto alla distanza dal mare.* Atti del II Congresso geografico italiano. Roma 1895.

COSSU. *Una ricerca antropogeografica sull'isola di Sardegna. Distribuzione della popolazione rispetto alla distanza dal mare.* Rivista geografica italiana, II, III, 1898.

Delle diverse manifestazioni dell'opera dell'uomo si fa qui un cenno solo per quelle, che più direttamente interessano gli studî di geografia militare (1).

2. Agricoltura. — L'agricoltura s'inizia col fissarsi della popolazione sul terreno e passa dallo stato rudimentale di semplice raccolta dei prodotti naturali a quello di vera coltivazione del suolo, che i Tedeschi chiamano, con parola molto propria, *Ackerbau* (costruzione dei campi).

A questi due stadî corrispondono i due sistemi agrari: l'estensivo e l'intensivo. Il primo applicato ad estesa superficie di terreno, che il riposo od il pascolo ristora; il secondo tendente ad ottenere il massimo prodotto da limitata superficie di terreno, saturata di lavoro e di concimazione.

L'agricoltura considerata rispetto alla società che la esercita, conduce all'esame dell'ordinamento economico-sociale della società stessa, presentante sensibili differenze, a seconda delle forme predominanti di coltivazione e delle condizioni della proprietà, che può essere concentrata nelle mani di pochi (*grande proprietà, latifondi*), o frazionata tra molti (*piccola proprietà*).

L'agricoltura considerata come stato di fatto della modificazione apportata dall'uomo alla superficie della terra, conduce alla distinzione dei terreni in coltivati ed incolti. I primi possono distinguersi a seconda delle diverse forme di coltivazione (terreni a coltura asciutta od irrigua, terreni a bosco, ecc.). I secondi sono rappresentati dai pascoli e boschi naturali, o da terre di nessuna produzione (2).

---

(1) Una completa trattazione delle questioni riflettenti l'azione geografica dell'uomo trovasi nell'opera di Marsh (trad. dall'inglese). *L'uomo e la natura, ossia la superficie terrestre modificata per opera dell'uomo.* Firenze 1870.

(2) La classificazione del terreno rispetto alla sua coltivazione in Italia, è fatta dal Ministero di agricoltura industria e commercio nel modo seguente:

Estensione del suolo produttivo, improduttivo ed incolto intorno all'anno 1893.

		Ettari
Terreni produttivi	Terreni a coltura	15,374,000
	Castagneti	412,000
	Terreni boscati	4,093,000
	Pascoli alpini	359,000
	Totale	20,238,000
Terreni di scarsa o nulla produzione	Terreni incolti più o meno a pascolo (fra i quali si trovano gli incolti suscettibili di coltura, in limitata proporzione)	3,773,449

(*Segue*).

I terreni coltivati vanno considerati nelle particolari loro condizioni di fatto, interessanti le operazioni tattiche; e nelle loro condizioni di produzione, aventi relazione diretta colle operazioni logistiche.

3. Industria. — Coll'addensarsi della popolazione sul suolo nasce la necessità della lavorazione dei suoi prodotti, in modo che meglio possano corrispondere ai crescenti bisogni; si passa così dall'agricoltura semplice all'agricoltura industriale ed accanto a questa si sviluppa l'industria propriamente detta.

Lo studio dell' industria fatto dal punto di vista della società produttrice, è un ottimo mezzo per la determinazione dei suoi ordinamenti economico-sociali, che presentano forti differenze, a seconda che nella regione predomina la grande o la piccola industria, l'industria degli opifici o quella casalinga.

Lo studio dell'industria fatto rispetto a sè stessa, serve a dare un'idea delle risorse economiche della regione. A tale riguardo le industrie sono suscettibili di molte classificazioni, che trovansi variamente usate nelle statistiche dei diversi paesi. Tuttavia le industrie possono sempre raggrupparsi nelle due grandi classi generali seguenti:

Terreni improduttivi	Terre bonificabili	500,000
	Suolo occupato da laghi e valli sommerse principali	180,000
	Suolo occupato da 100 fiumi e torrenti maggiori	64,000
	Suolo occupato da 49 canali navigabili	3,164
	Suolo occupato da tutti i corsi d'acqua secondari	193,000
	Area delle strade ordinarie nazionali, provinciali, comunali	75,000
	Area delle strade vicinali e campestri	151,000
	Area delle tramvie a vapore	1,890
	Area delle ferrovie	12,000
	Area dei tratturi	15,397
	Area complessiva delle città e dei villaggi e caseggiati vari	267,000
	Terreni improduttivi per posizione altimetrica	2,015,000
	Relitti di mare renosi (lungo le coste della penisola e delle isole)	40,000
	Suolo occupato da stagni e paludi	1,130,000
	Totale	4,647,451

Superficie territoriale del Regno, ettari **28,658,900**

Per ulteriori indicazioni vedasi il *Bollettino di notizie agrarie* 1894, n. 18, e l'*Annuario statistico italiano* del 1897, pag. 98 e seguenti.

1° *Industrie estrattive:* raccolta delle ricchezze naturali senza notevoli trasformazioni; principali: la caccia, la pesca, le industrie minerarie, ecc.

2° *Industrie manifatturiere:* lavorazione dei prodotti dell'agricoltura e delle industrie estrattive; principali: le tessili, le alimentarie, le metallurgiche, le chimiche, ecc.

4. Commercio. — È l'arte dello scambio dei prodotti, reso necessario dallo squilibrio fra produzione e consumo.

Esso distinguesi in *interno* ed *esterno; d'importazione, d'esportazione* e di *transito.*

Il commercio si sviluppa mediante le *comunicazioni,* che possono classificarsi nel modo seguente:

1° *terrestri:* strade ordinarie e ferrovie;

2° *acquee:* navigazione sul mare, sui laghi, sui fiumi e sui canali;

3° *aeree:* navigazione aerostatica;

4° *filateliche:* poste, telegrafi, telefoni, ecc.

Di alcune di queste comunicazioni si parlerà più innanzi, trattando delle *costruzioni* (1).

5. Costruzioni. — L'adattamento della superficie terrestre ai bisogni dell'uomo trova una delle sue principali manifestazioni nelle *costruzioni.* La necessità di ripararsi dalle intemperie ci dà le abitazioni; la lotta contro le acque irrompenti crea le opere di difesa idrauliche, mentre l'utilizzazione delle acque richiede altre costruzioni idrauliche; la convenienza di facilitare e di abbreviare gli scambi conduce al tracciamento delle vie di comunicazione artificiali; la necessità di aumentare il valore militare difensivo del terreno fa sorgere le fortificazioni, e così di seguito.

---

(1) Per studî speciali riflettenti la geografia economica (agricola, industriale e commerciale) vedasi:

ANDREE. *Geographie des Welthandels.* Stuttgart 1877.

SCHÖNBERG (trad. dal tedesco). *Manuale di economia politica.* Torino 1886-92.

DEVILLE. *Manuel de géographie commerciale.* Paris 1893.

CHISHOLM. *Handbook of commercial geography.* London 1894.

SCHERZER (trad. dal tedesco di RONCALI). *La vita economica dei popoli. Manuale di geografia commerciale.* Torino 1896.

BONASCHI. *Dei limiti e dell'oggetto della geografia economica.* Milano 1898.

SANGIORGIO. *Il commercio del mondo. Sguardi storici.* Milano 1898.

Per quanto più specialmente riflette lo studio generale delle comunicazioni vedasi:

MARINELLI. *La terra* già cit. (cnfr. Vol. II, Lib. VIII: *Le vie ed i mezzi di comunicazione*).

BEHM. *Die modernen Verkehrsmittel. Dampfschiffe, Eisenbahnen, Telegraphen.* Petermanns Mitteilungen, Ergänzungsheft, n. 19, 1867.

PAULITSCHKE (trad. dal tedesco di MARINELLI e SALVIONI). *Le comunicazioni mondiali. Guida allo studio della geografia commerciale.* Verona 1883.

Fra tutte queste diverse specie di costruzioni interessano specialmente lo studio della geografia militare gli abitati, le vie di comunicazione e le fortificazioni, corrispondendo essi ad atti importanti delle operazioni militari quali: le stazioni, le marce e la difesa del terreno. Qui prenderemo perciò in esame gli abitati, e daremo un cenno intorno alle vie di comunicazione terrestri ed acquee continentali, per completare, dal punto di vista geografico, lo studio fattone nel rispettivo corso speciale di *Comunicazioni* (1); non parleremo delle fortificazioni, costituendo tale materia oggetto di completa trattazione in altro insegnamento (2).

6. Abitati. — La forma e la distribuzione degli abitati dipendono da un complesso di cause geografiche, fisiche ed antropiche, la di cui indagine costituisce una delle questioni più interessanti dell'antropogeografia (3).

Alle cause influenti sulla distribuzione degli abitati già si è accennato, parlando della distribuzione della popolazione; qui tratteremo più specialmente di quanto riflette la forma degli abitati.

I principali fatti che concorrono alla determinazione di essa sono la configurazione e natura del suolo, le condizioni di clima, il modo di vivere e le occupazioni predominanti degli abitanti.

In generale si osserva che nelle regioni montane le case sono anguste e sparse a piccoli gruppi sul fondo delle valli, o lungo i fianchi, sui terrazzi della montagna; dove il terreno è di natura franosa, coronano invece i poggi o si allungano secondo le dorsali.

Nelle regioni pianeggianti agricole le case presentano generalmente dimensioni maggiori. La loro ampiezza è però diversa a seconda del genere di coltivazione prevalente della regione. Nei terreni a coltivazioni asciutte, ove predominano i cereali e le piante industriali, prodotti che non occupano molto spazio e non sono consumati in posto, ma portati sul mercato, le case sono relativamente poco ampie. Nei terreni irrigui, dove abbondano i prati artificiali e molto sviluppato è l'allevamento del bestiame, si hanno grandi caseggiati

---

(1) SEGATO. *Sommario delle lezioni di comunicazioni.* Anno scolastico 1897-98. Scuola di guerra (ed. litografata).

(2) PUGIN. *Corso di fortificazione.* Anno scolastico 1897-98. Scuola di guerra (ed. litografata).

(3) Oltre alle già indicate opere del RATZEL, vedasi a questo riguardo:

KOHL. *Der Verkehr und die Ansiedelung der Menschen in ihrer Abhängigkeit von der Gestaltung der Erdoberfläche.* Leipzig 1841.

ID. *Die geographische Lage der Hauptstädte Europa's.* Leipzig 1874.

VIEZZOLI. *Dell'Antropogeografia con ispeciali riguardi agli agglomeramenti umani.* Parma 1894.

con ampi porticati per la conservazione dei foraggi, ed ampie stalle per il ricovero del bestiame.

Nelle regioni industriali, dove vi ha tendenza all'agglomeramento della popolazione, i fabbricati sono generalmente rappresentati da piccole case (case operaie) riunite attorno a grandi manufatti (opifici), i quali, sopratutto nel caso di industrie tessili, presentano ampi locali coperti.

A stabilire altre differenze tra le forme degli abitati dei diversi paesi, concorrono specialmente le condizioni del clima, dal quale dipendono essenzialmente: l'architettura del tetto, il numero, la disposizione e l'ampiezza delle aperture, l'esistenza di porticati, ecc.; ma forse ancora più palese è l'intima relazione che corre fra la struttura dei fabbricati e la natura litologica della regione, poichè ragioni di comodità e di economia conducono sempre all'uso dei materiali di costruzione locali o viciniori.

Noi vediamo infatti che nell'alta montagna, dove generalmente abbondano le rocce cristalline durissime e manca la calce, le case sono totalmente od in gran parte di legno. Dove trovansi rocce meno dure e ciottoli, ma mancano le rocce sfaldabili, abbiamo case in pietra con tetti di legno o di paglia; quando invece abbondano le rocce scistose, facilmente sfaldabili, anche i tetti sono in pietra.

Nelle regioni dove abbonda l'argilla le case sono in mattoni e coperte di tegole; mentre là dove vi ha abbondanza di materiali argillosi, ma manca il combustibile per la loro cottura, l'argilla viene adoperata cruda, e talvolta, impastata colla paglia, serve alla costruzione di piccole case campestri, che hanno molta analogia colle capanne delle popolazioni selvagge.

La facilità dei mezzi di comunicazione, che permette di procurarsi i materiali migliori, ed altri criteri che prevalgono nella costruzione dei fabbricati delle città, creano certamente non poche eccezioni. « Ad onta di tali eccezioni però, osserva il generale Riva-Palazzi (1), anche nelle città si può, dall'impiego predominante di taluni materiali da costruzione, presumere la natura delle roccie prevalenti nei dintorni. Infatti a Roma vediamo impiegato il travertino, il tufo, il peperino, i mattoni nelle murature, la pozzolana e la sabbia nei cementi, la lava nei selciati; rocce tutte dei terreni vulcanici o dei sedimenti terziari o posterziari dei dintorni. Le colonne di granito, di porfido che vediamo negli antichi e recenti monumenti, attestano appunto quei criterî eccezionali che presiedono alla costruzione di opere eccezionali. A Firenze dominano invece la pietra forte e l'arenaria,

(1) Riva-Palazzi. *Importanza della geologia nello studio militare del terreno*, già cit. (cnfr. pag. 422)

sia nel lastrico, sia nella costruzione dei palazzi, e l'abbondanza dell'argilla dà ragione dell'abituale impiego dei laterizi. Credo che l'abbondanza delle argille subapenniniche sia causa non ultima per cui fiorirono anticamente e tendono ora a rifiorire in Italia i vari rami dell'industria ceramica, che ricavano da essa l'elemento principale. A Milano le puddinghe della Brianza ed i ciottoli dell'Adda, coi graniti e coi gneiss delle Alpi, imprimono ai fabbricati ed alle vie un carattere ben diverso da quello delle città precedentemente citate. A Carrara, se non fosse abbastanza parlante l'aspetto delle Alpi Apuane, basterebbero gli stipiti delle porte e delle finestre, per svelare la vicinanza di abbondanti cave di marmo. E per spingere la cosa ancora più avanti, dirò che l'abbondanza di questi marmi e delle serpentine di Toscana, non può, secondo me, essere considerata senza influenza nella creazione di quella architettura leggiadra e variopinta, di cui Giotto ci lasciò nella sua torre il più insigne monumento ».

7. **Vie di comunicazione.** — Le vie di comunicazione costituiscono la più significativa e caratteristica manifestazione dell'attività umana, poichè rappresentano la risultante delle varie forze economiche ed intellettuali di un paese, e mentre da un lato servono a dare una misura del suo grado di civiltà, dall'altro valgono a dare un concetto della sua accessibilità e praticabilità.

Noi qui limiteremo il nostro studio, come si è detto, alle sole vie di comunicazione terrestri ed acquee continentali, considerandole complessivamente nella loro distribuzione, ed accennando ai rapporti delle prime colla natura del terreno.

Guardate sotto il punto di vista della distribuzione, si vede che esse tracciano nel loro complesso sul territorio di una regione una rete, che appunto si designa colla denominazione di *rete delle comunicazioni*, ed il di cui esame assume nella geografia una particolare importanza.

Infatti, come lo studio di una via serve a dare un'idea del bisogno degli scambi locali e della praticabilità del luogo, quello d'una rete vale a dare la stessa idea per una intiera regione, e ciò con maggiore approssimazione, poichè eliminando le circostanze locali inerenti ad una sola via, essa ci rappresenta la media dei bisogni di scambio e della praticabilità della regione, avvicinandosi per tal modo al concetto della media statistica.

In una rete di comunicazioni noi possiamo distinguere i seguenti elementi costitutivi:

1° *I nodi*, ossia i punti d'intersezione di più comunicazioni.

2° *I tronchi*, ossia i lati compresi fra due nodi contigui.

3° *Le maglie*, ossia i poligoni formati dai diversi tronchi e racchiudenti aree più o meno regolari.

Per studiare una rete di comunicazioni conviene esaminarla specialmente dai seguenti punti di vista: *fittezza*, *orientamento* e *viabilità*.

1° La *fittezza* rilevasi facilmente a colpo d'occhio dall'esame delle carte, ma trova più esatto apprezzamento col riferimento dello sviluppo chilometrico delle diverse specie di vie di comunicazione alla superficie del territorio, offrendo con ciò una base concreta per lo studio comparativo dei paesi, sotto questo rispetto.

La rete molto fitta è indizio di regione ricca, di popolazione densa, e di facile praticabilità del terreno. La rete poco fitta è indizio: o della povertà della regione, indipendentemente dalla praticabilità del suo terreno (es.: i deserti); o della difficile praticabilità del terreno (es.: le zone montane).

La fittezza della rete di comunicazioni dipende in massima parte dalla ricchezza della regione, la quale è a sua volta in gran parte dovuta alla natura litologica del terreno; ma tra questa e la fittezza della rete di comunicazione, per quanto più specialmente riflette le vie di comunicazione terrestre, esiste una relazione assai più diretta, poichè, a parità di altre condizioni, le strade saranno più fitte nelle regioni dove la natura del terreno si presta alla loro costruzione e rende facile ed economica la loro manutenzione. A questo riguardo è assai istruttivo il seguente esempio riferito dal generale Riva-Palazzi: « Paragoniamo, egli scrive (1), l'Appennino emiliano e l'Appennino umbro-marchigiano. La prima di queste regioni è costituita da arenarie, sabbie ed argille con poco alberese e serpentine, rocce per la massima parte poco consistenti, alcune anzi mobili e lavinose; le strade rotabili vi sono in genere scarse, corrono per lo più sulle creste, di cui sono obbligate a seguire le ondulazioni, talora assai marcate, o se si tengono a metà costa, o verso il fondo delle valli, richiedono continui lavori di riparazione e manutenzione, oltre alle costose opere d'arte, per difenderle dalle frane e dall'impeto dei torrenti.

« Nell' Appennino umbro-marchigiano, invece, predominano le rocce calcari, i cui detriti correggono già da migliaia d'anni e consolidano il fondo delle valli, costituite dalle rocce arenacee ed argillose. Queste condizioni favoriscono lo stabilimento e la manutenzione delle strade rotabili; le quali, sebbene costrette ogni tanto a salire sui contrafforti, per collegare le città e le borgate situate generalmente sulle alture, corrono per lo più sul fondo delle valli, e costituiscono una rete assai più ricca di quella della regione precedente, e che tende semprepiù a raffittirsi. Inoltre nella parte superiore dei versanti, costituita da monti calcari, anche le mulattiere sono

(1) Riva-Palazzi, op. cit. (cnfr. pagg. 426 e 427).

numerose; le marne ed i detriti che vi cadono dai fianchi del monte le forniscono naturalmente di una buona manutenzione. In generale queste mulattiere sono praticabili ai piccoli carri ed all'artiglieria leggera, la quale per questo fatto può essere portata a coronare i punti più elevati delle posizioni ».

2º L'*orientamento* della rete di comunicazioni è dato dalla direzione predominante delle linee che la costituiscono. Esso riesce incerto quando la rete è fitta, le maglie sono piccole e simmetriche rispetto a punti, costituenti importanti nodi stradali; tale è il caso che generalmente si verifica nelle regioni di forme minute, collinose o pianeggianti. L'orientamento risulta invece ben determinato, quando esistono grandi ostacoli, per cui la rete è poco fitta, e le larghe maglie tendono a configurazioni simmetriche rispetto a linee. Così si avranno reti ben orientate nelle regioni montuose, dove l'orientamento sarà ben determinato dalle linee direttrici del rilievo, ossia dalle linee di piegamento, di frattura ecc.; si avranno pure reti ben orientate nelle regioni pianeggianti, solcate da grandi correnti o coperte di estesi bacini lacustri, nelle quali l'orientamento sarà determinato da tali elementi.

Nello studio dell'orientamento di una rete di comunicazioni conviene molte volte raggruppare le diverse linee in fasci, basandosi sul criterio della loro comune direzione o della loro convergenza verso determinati nodi importanti; questo artificio torna assai utile per facilitare l'esame della rete, e renderne più semplice ed efficace la descrizione.

3º La *viabilità* della rete risulta dal complesso delle condizioni che le sue diverse comunicazioni presentano al transito.

Tale studio conduce all'esame delle forme e della natura delle diverse comunicazioni, costituente parte integrante del corso di *Comunicazioni* (1). Qui si danno perciò solamente alcuni cenni intorno a tali argomenti, con speciale riguardo al grado di praticabilità delle strade ordinarie, dipendente dalla natura dei terreni nei quali sono tracciate.

Le condizioni di viabilità saranno diverse per le diverse specie di comunicazioni: *strade ordinarie*, *ferrovie*, *canali*, ecc.

A) *Strade ordinarie*. — Gli elementi determinanti le condizioni di viabilità delle strade ordinarie possono così distinguersi:

a) *Larghezza*, dalla quale dipende la possibilità di transito del grosso o del piccolo carreggio, di soli quadrupedi o di soli pedoni.

---

(1) SEGATO, op. cit. (Parte I: *Strade ferrate;* Parte II: *Strade ordinarie;* Parte III: *Vie acquee e passaggi dei corsi d'acqua*).

b) *Pendenze*, che concorrono colla larghezza a determinare la possibilità di transito sopra detta.

c) *Praticabilità*, che varia colle condizioni climatiche, le quali possono rendere le strade più o meno atte al transito, specialmente nella stagione invernale; ma che dipende in modo diretto dalla natura del fondo delle strade stesse, dal loro sistema di manutenzione e dai materiali in essa impiegati, ed è quindi in stretta relazione colla natura litologica della regione. Infatti, se per la costruzione e la manutenzione delle grandi arterie stradali si ricorre a provviste di materiali provenienti da lontano, questo non si fa per le altre strade, che rappresentano la parte maggiore di una rete stradale. Per esse, ragioni di economia e di comodità, portano all'uso dei materiali locali o più vicini, e quindi esse riflettono nelle loro condizioni di praticabilità la natura litologica della regione. Questo riflesso è poi ancora più evidente nelle strade a fondo naturale e senza manutenzione, che pure possono rappresentare una parte importante in una rete stradale.

Da ciò risulta adunque l'intima relazione fra natura litologica della regione e praticabilità della sua rete stradale, ed a questo riguardo si possono fare le seguenti osservazioni di carattere generale:

Le rocce granitiche, serpentinose, micacee, talcose, ecc., dove la silice trovasi mista ad elementi calcari ed argillosi, danno materiali stradali di buona consistenza, ed infatti buone sono le strade delle regioni montane costituite di tali rocce, come, ad esempio, quelle di molte zone delle nostre Alpi. Dove poi predominano gli scisti talcosi e serpentinosi, non solo le strade, ma anche i sentieri e lo stesso terreno fuori delle strade, sono di facile praticabilità, poichè tali scisti danno per disgregazione un terriccio tenace ed elastico che offre comodo appoggio al piede.

Le rocce calcari danno strade durissime, ottime pel carreggio, specialmente se il calcare è leggermente argilloso. Bellissime sono infatti le strade delle zone prealpine calcari, per esempio, del Veneto e della Lombardia.

Le arenarie costituiscono un brecciame stradale mediocre, specialmente se vi è assoluto predominio di materiali silicei, nel quale caso le strade sono a fondo mobile e polverose. Materiale scadente danno le arenarie grossolane, i conglomerati, le brecce, ecc., principalmente se costituite con predominio di elementi silicei, e ciò per la difficoltà che tali elementi hanno di impastarsi nella massicciata stradale. Brecciame migliore offrono le lave, le brecce vulcaniche, ecc. Per persuaderci di questi fatti, basti il confrontare le strade di molte parti della Sardegna dal mobile fondo di sabbie silicee, quelle ciottolose che corrono attraverso i depositi alluvionali antichi e recenti di

molti punti della valle del Po, e le buone strade dei dintorni di Roma e di Napoli.

Le argille e le marne danno strade pessime: fangose nel periodo delle pioggie e talvolta tali da rendere difficile il transito al carreggio; polverose nei periodi di siccità. Di tali condizioni si ha un esempio evidente nella regione dell'Astigiano e del Monferrato.

In base ai dati di larghezza, pendenza e praticabilità, è opportuno addivenire ad una classificazione delle strade ordinarie, che stabilendo una convenzione, valga a facilitarne e semplificarne la descrizione. La classificazione che noi adottiamo è la seguente:

a) Grandi rotabili: Larghezza più di 8 m., pendenze non maggiori del 9 %, fondo artificiale, manutenzione regolare continua. Servono al transito del grosso carreggio, con possibilità di scambi e senza necessità di ripieghi al traino (*trapeli*). Corrispondono in massima alle strade *nazionali* e *provinciali* della classificazione amministrativa (1), ed a quelle di 1ª e 2ª classe della classificazione adottata per le levate dal R. Istituto geografico militare (2).

b) Rotabili ordinarie: Larghezza da 5 a 8 m., manutenzione regolare periodica; pendenze, fondo ed utilizzazione come sopra. Corrispondono in massima alle strade *comunali* ed a quelle di 2ª e 3ª classe delle predette classificazioni.

c) Carreggiabili: Larghezza meno di 5 m., pendenze fino a 12 %, fondo naturale con manutenzione parziale o nessuna; possono essere impraticabili al grosso carreggio, presentare difficoltà per l'incrocio delle colonne e richiedere ripieghi al traino. Corrispondono in massima alle strade *comunali* e *vicinali*, ed a quelle di 4ª classe delle classificazioni predette.

d) Carrarecce: Larghezza utile meno di 2 m., pendenze varie, fondo naturale, nessuna manutenzione; servono per i carri locali. Corrispondono in massima alle strade *campestri* ed ai *tratturi* delle classificazioni predette.

e) Mulattiere o strade per quadrupedi. Possono distinguersi in: ottime, se riducibili al transito del carreggio; buone, se non riducibili, ma facili pei quadrupedi; cattive, se difficili.

f) Sentieri o strade per pedoni. Possono pure distinguersi in facili o difficili, a seconda della maggiore o minore possibilità di percorso per parte di truppe non abituate alla montagna.

---

(1) MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI. *Cenni monografici sui singoli servizi; Strade nazionali e provinciali sussidiate dallo Stato; Strade provinciali e comunali.* Roma 1878.

(2) R. ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE. *Istruzioni e norme pratiche per le levate.* Firenze 1887.

B) *Ferrovie.* — Il grado di viabilità delle ferrovie è rappresentato dalla loro produttività, ossia dal numero di coppie di treni normali (treni normali militari, circa 40 vetture), che possono passare da un punto qualsiasi di una linea nelle ventiquattro ore, facendo il movimento a catena. Indipendentemente dal materiale mobile, tale produttività è funzione del tracciato della linea, del suo armamento, delle sue opere d'arte, dell'ubicazione e condizioni delle stazioni; per le linee a semplice binario dipende principalmente dalla distanza massima, espressa in tempo, in cui può avvenire lo scambio dei treni consentiti dalle condizioni della linea (1).

Le ferrovie possono convenientemente classificarsi in base allo scartamento nel modo seguente:

a) Ferrovie a scartamento ordinario (2), distinguibili in ferrovie a semplice o doppio binario.

b) Ferrovie a scartamento ridotto (3), distinguibili a seconda della diversa specie del motore, che può essere a vapore (*ferrovie economiche* e *tramways*), o rappresentato da altri mezzi di trazione (*ferrovie elettriche, funicolari, ippoferrovie*, ecc.).

C) *Canali.* — I canali possono in ordine ai loro diversi scopi distinguersi nelle seguenti classi generali:

a) Canali d'irrigazione, quando servono all'agricoltura.

b) Canali di scolo, quelli destinati all'eliminazione delle acque di terreni paludosi.

c) Canali di colmata, quelli aventi per iscopo la derivazione di acque torbide per depositarle su bassure, che si vogliono bonificare.

d) Canali industriali, quelli che trasportano forza motrice.

e) Canali di navigazione, quando servono al transito di galleggianti.

I principali elementi determinanti le condizioni di viabilità di questi ultimi, ed in genere delle correnti utilizzabili per la navigazione, sono: la larghezza, la profondità, la velocità della corrente e le opere d'arte (4).

A seconda del grado di viabilità i canali e le correnti si distinguono in *fluitabili* e *navigabili*. I primi atti solamente al trasporto di legnami o di altri materiali galleggianti, i secondi proprî per il transito di imbarcazioni.

---

(1) SEGATO, op. cit. (cnfr.: *Della produttività e del rendimento delle linee ferroviarie*).

(2) Lo scartamento ordinario è in Italia di 1,445 m., in Francia di 1,450 m., in Inghilterra, Germania ed Austria di 1,435 m., in Russia di 1,525 m., in Spagna e Portogallo di 1,680 m.

(3) In Italia lo scartamento ridotto varia da 0,70 a 0,95 m.

(4) SEGATO, op. cit. (cnfr.: *Elementi della navigazione interna*).

Nei canali, a qualsiasi scopo costrutti, sono molto frequenti le opere d'arte, che hanno nello studio dei canali grande importanza, poichè su di esse basasi essenzialmente il loro funzionamento. Tali opere possono raggrupparsi in due grandi categorie:

a) Opere che servono all'immissione dell'acqua nel canale, in massima situate all'origine del canale (in termine idraulico, *incile*); tali sono le *dighe*, le *pescaie*, le *traverse*, le *briglie*, le *chiaviche*, le *chiuse*, ecc.

b) Opere che servono a regolare i dislivelli, sia per la navigazione, come le *conche*, gli *ascensori*, i *piani inclinati*, ecc.; sia per la sistemazione dei punti d'intersezione di due canali o di canali con strade, come le *botti*, i *sifoni*, le *tombe*, i *ponti canali*, ecc. (1).

III. — I DATI STATISTICI

1. La statistica nella geografia. — La materia nella sua unità presenta varietà grandissime di fatti e fenomeni, talora semplici, regolari e tipici, tal'altra complessi, irregolari ed individuali. Nel mondo fisico, infatti, basta talvolta l'osservazione di pochi esemplari per la determinazione delle forme tipiche di un elemento; ma ciò non sempre, poichè in altre parti, come, ad esempio, per la definizione del clima di un luogo, occorre fare lunghe serie di osservazioni e stabilire i valori normali dei diversi elementi meteorici. Quando poi si entra nel campo del regno umano i fatti ed i fenomeni variano e si moltiplicano in modo tale, da rendere indispensabile l'applicazione dell'indagine a molti esemplari per poter determinare la forma tipica dell'elemento.

Da ciò risulta che la geografia nell'adempiere al suo ufficio di dare la fisonomia caratteristica di un elemento o di una regione, dovrà per alcune parti, e specialmente per quanto riflette l'uomo, cercare l'appoggio della *Statistica*, il di cui còmpito è precisamente quello di rilevare metodicamente il massimo numero possibile di fatti, di elaborarli in modo da ridurli a gruppi omogenei, ed interpretandoli colla induzione matematica, di addivenire alla determinazione delle forme tipiche dei diversi elementi.

Esce dai limiti del nostro corso la trattazione di quanto concerne

---

(1) Per particolari intorno a tali opere vedi: Pareto-Sacheri, *Enciclopedia delle arti ed industrie*, già cit. (cnfr.: Vol. II, *Canali*, pag. 194 e segg.).

la statistica (1). A noi basti il rammentare che la statistica è essenzialmente la scienza della quantità, che il suo scopo è la determinazione degli elementi tipici; i suoi mezzi sono i numeri; ed i suoi metodi, l'osservazione e l'induzione.

I momenti del procedimento statistico possono ridursi ai tre sotto indicati, a ciascuno dei quali corrisponde una delle parti nelle quali si può considerare suddivisa la vasta materia formante oggetto della statistica:

1° Rilievo, critica ed elaborazione dei dati; corrisponde alla *statistica metodologica;*

2° Esposizione dei dati, costituente il còmpito della *statistica descrittiva;*

3° Investigazione dei dati, che forma l'oggetto speciale della *statistica investigatrice.*

Di queste tre parti nelle quali può considerarsi divisa la statistica, quella che trova più estese applicazioni negli studî geografici è la descrittiva, mediante la quale si fa l'esposizione ordinata dei dati elaborati dalla statistica metodologica, ricorrendo a speciali procedimenti, che trovano la loro espressione concreta principalmente nelle *tavole statistiche* e nei *grafici statistici* (2).

2. Tavole statistiche. — Le tavole statistiche sono prospetti numerici, corredati di note, rappresentanti l'esposizione numerica dei dati rilevati.

Esse possono distinguersi in tavole di numeri assoluti e tavole di numeri relativi, dette le une: *Tavole di* 1° *ordine;* le altre: *Tavole di* 2° *ordine.*

Le tavole di 1° ordine esprimono semplicemente i numeri risultanti dalle osservazioni fatte, e servono a dare un'idea generale del-

---

(1) La trattazione delle principali questioni riflettenti la statistica forma oggetto dell'ultima parte del corso di *Scienze sociali;* v. Rinaudo, *Lezioni di Scienze sociali svolte agli ufficiali allievi della Scuola di guerra,* già cit. (cnfr.: VII, *Statistica*).

Per studî sull'argomento consultisi un trattato di statistica; fra i molti sono consigliabili i seguenti compendi:

Virgilii, *Statistica* (Manuale Hoepli). Milano 1891. Contiene a pag. 31 l'indicazione bibliografica delle principali opere moderne di statistica teorica, italiane, francesi, tedesche ed inglesi.

Errera, *Elementi di sociologia. Statistica.* Napoli 1892. In appendice a pag. 242 vi è una nota bibliografica di molte pubblicazioni italiane di statistica generale e speciale.

(2) Nell'indicare le fonti per lo studio degli elementi antropogeografici si darà un cenno intorno alle pubblicazioni di statistica nelle quali i citati mezzi di esposizione trovano il loro coordinamento.

l'entità del fenomeno. Le tavole di 2° ordine presentano il rapporto dei numeri rilevati collo spazio o col tempo, oppure le loro proporzioni per 100, per 1000, ecc.; esse valgono perciò a precisare l'idea dell'intensità del fenomeno od a far vedere come esso possa variare nello spazio o nel tempo.

3. Grafici statistici (1). — L'esposizione dei dati statistici acquista una grande evidenza colle rappresentazioni grafiche, che rendono percettibili all'occhio fatti e rapporti complessi, e facilitano quel coordinamento sintetico, che costituisce la principale caratteristica dello studio geografico.

Le rappresentazioni grafiche di statistica distinguonsi in *diagrammi* e *cartogrammi.*

I diagrammi sono rappresentazioni geometriche dei numeri statistici ed hanno forme svariatissime, delle quali le più usate possono così raggrupparsi: *diagrammi a punti, diagrammi a linee, diagrammi superficiali, diagrammi solidi.*

I diagrammi a punti sono quelli nei quali il punto viene usato per rappresentare un'unità di fatti, e mediante il numero di punti si dà l'idéa dell'intensità del fenomeno.

I diagrammi a linee sono costruzioni basate su di un sistema di assi coordinati o su di un sistema polare.

Nel primo caso si portano su uno degli assi, per es. quello delle ordinate, lunghezze proporzionali all'entità del fenomeno, e su quello delle ascisse, lunghezze proporzionali ai tempi; si ottiene in tal modo, mediante l'intersezione delle rette verticali ed orizzontali condotte dai punti segnati sugli assi, una serie di punti rappresentanti col loro complesso la variazione del fenomeno. I punti ottenuti possono rimanere disgiunti (*diagrammi disgiunti*); ma la rappresentazione riesce più evidente quando si colleghino con linee spezzate o curve.

Nel secondo caso i punti, e quindi le spezzate o le curve, si ottengono mediante la variazione degli angoli e dei raggi vettori.

I diagrammi superficiali sono costituiti da figure piane, quali: triangoli, rettangoli, circoli, ecc., che servono a mettere in evidenza i rapporti statistici colle variazioni delle loro dimensioni.

Sullo stesso concetto sono basati i diagrammi solidi (*stereogrammi*), che rappresentano i rapporti statistici di tre elementi.

Maggior interesse per gli studî geografici presenta l'altra rappre-

---

(1) Per maggiori particolari sull'argomento vedasi:

Mayr (trad. dal ted. di Salvioni), *La statistica e la vita sociale.* Torino 1886 (cnfr.: § II: *Mezzi di rappresentazione della statistica,* pag. 70 e segg.).

Per studî speciali ricorrere alle memorie dell'ingegnere Perozzo, inserte negli *Annali* della Direzione di statistica, Serie 2ª, Vol. VI, 1881.

sentazione grafica, che designasi col nome di *cartogramma*, mediante la quale il fenomeno viene raffigurato nella sua posizione geografica.

In sostanza il cartogramma non differisce dal diagramma che per il fatto della localizzazione della rappresentazione, esso pure può perciò essere rappresentato mediante punti, linee, superficie e solidi.

Il *cartogramma a punti* è però di poco frequente uso; come pure poco usati sono i *cartogrammi lineari*, eccetto che nelle carte statistiche industriali, nelle quali i centri delle industrie vengono sottolineati con righe di diverso colore, corrispondenti alle diverse industrie, e le di cui lunghezze possono servire a rappresentare la rispettiva produttività delle industrie.

Di frequente applicazione sono invece i *cartogrammi a superficie*, che valgono a ben mettere in evidenza l'intensità di un fatto riferito all'estensione superficiale della regione.

I cartogrammi superficiali più usati sono di tre specie:

A) *Cartogrammi a nastro:* quelli nei quali l'intensità del fatto è raffigurata mediante fascie di diversa altezza. Servono specialmente per la rappresentazione dei movimenti lungo le linee ferroviarie.

B) *Cartogrammi a tinte:* consistono in carte geografiche, nelle quali le aree delle regioni sono distinte con tinte o tratteggio, a seconda della diversa intensità del fatto che si rappresenta. Questi cartogrammi sono di uso frequentissimo negli studî di geografia, specialmente per la rappresentazione della densità della popolazione.

C) *Cartogrammi a diagrammi superficiali:* sono costituiti da figure piane, rappresentanti uno o più fatti, applicate ai punti dove essi si verificano. La più semplice espressione di tali cartogrammi si ha nel segno convenzionale geografico dei centri abitati, consistente in un circolo il di cui raggio è generalmente proporzionale al numero della popolazione; altri cartogrammi a diagrammi superficiali più complessi sarebbero, ad es., quelli nei quali il capoluogo di ogni regione è contrassegnato da un circolo diviso in settori, l'ampiezza di ciascuno dei quali rappresenta la diversa produzione agricola, industriale, ecc., della regione.

D) *Cartogrammi solidi:* non sono generalmente usati negli studî geografici, perchè richiedono costruzioni plastigrafiche costose e complicate. Si possono però considerare come appartenenti a questa specie i *cartogrammi a curve di livello*, che rappresentano i fatti assimilandoli all'altezza del luogo sul livello del mare; essi possono, invero, considerarsi quali rappresentazioni a tre variabili, di cui una è l'intensità del fatto, e le altre due, la posizione orizzontale e verticale del luogo dove il fatto avviene. Queste rappresentazioni sono

utilissime negli studî geografici per mettere in evidenza l'influenza che la latitudine e l'altitudine esercitano su di un determinato fatto (1).

IV. — INFLUENZA DEGLI ELEMENTI ANTROPOGEOGRAFICI SULLE OPERAZIONI DI GUERRA

1. La geografia militare e le scienze sociali. — Sulle operazioni di guerra esercita influenza non solo la fisica terrestre, ma anche la sociale, e perciò nello studio della geografia militare ha parte grandissima l'esame di quel complesso di fatti che noi comprendiamo sotto la denominazione collettiva di *condizioni sociali*, e che nei loro multiformi aspetti ci si presentano talvolta con carattere eminentemente *politico-sociale*, tal'altra assumono indole più specialmente *economico-sociale.*

La conoscenza di tali condizioni vivifica la fisonomia del territorio che la geografia ha preso in esame, mette in evidenza quella serie complessa di azioni e di reazioni che incessantemente si sviluppano fra l'ambiente e l'uomo, e da ciò la strategia trae maggior numero di criteri per concepire il disegno delle operazioni e la logistica maggior numero di dati per tradurre in atto il concetto strategico.

Perciò la geografia militare, come già nel campo fisico ebbe ricorso alle scienze naturali, dovrà in quello antropico cercare l'appoggio delle scienze sociali, avvertendo anche qui d'evitare il facile pericolo del lasciarsi trascinare in discussioni per essa inutili, e che la allontanano da quell'indirizzo eminentemente pratico ed applicativo, al quale sempre devono informarsi gli studî militari.

La geografia militare dovrà cioè limitare le proprie indagini a quei soli fatti sociali, che colle operazioni di guerra sono in più intimi e diretti rapporti. Se non che, mentre la determinazione degli elementi politico-sociali influenti sulle operazioni di guerra riesce relativamente facile, per essere stata tale quistione oggetto d'indagini per parte di alcuni pensatori militari (2), mancano tuttora studî completi

(1) Vedasi a questo riguardo nel *Bulletin de l'Institut international de statistique*, Tome III, 2e Livraison. Roma 1888, il *Saggio di rappresentazione della densità della popolazione mediante curve di livello eseguito da* G. Fritzsche *per le provincie di Genova e Torino.* Nota di L. Grimaldi-Casta.

(2) Intorno alle relazioni tra i fatti politico-sociali e le operazioni di guerra vedansi le seguenti opere:

Zambelli, *Delle differenze politiche fra i popoli antichi ed i moderni.* Parte I, *La guerra.* Milano 1839.

intesi a stabilire quali, fra i molteplici fatti economico-sociali, siano quelli che direttamente interessano le operazioni di guerra, come tali fatti debbano essere rilevati ed elaborati e quali induzioni possano farsi intorno ad essi.

Nè tale lacuna deve parer strana, quando si tenga conto da un lato della poca diffusione degli studî economici, per cui non molti posseggono le cognizioni indispensabili per ricerche in materia, e da un altro lato della tendenza naturale negli storici militari di prendere in considerazione i soli fatti militari e politici, e, di fronte alla manifesta imponenza di essi, di dimenticare spesso i reconditi fatti economici. Da ciò consegue che nella massima parte dei lavori storico-militari, anche nei più diffusi, i fattori economici sono appena accennati, e ben di rado si potrà in essi trovare una guida per la determinazione della loro influenza sulle operazioni di guerra. Ora mancando l'induzione storica, si capisce che qualsiasi ricerca a tali scopi intesa, difetterà sempre della sua base principale, e perciò quanto a questo riguardo si dirà intorno ai fattori economico-sociali, che insieme ai politico-sociali verranno ora presi in esame, ha valore necessariamente approssimativo (1).

2. Condizioni politico-sociali. — Lo studio degli elementi politico-sociali conduce alla determinazione delle condizioni politico-sociali di un paese, le quali riflettono la sua situazione politico-sociale interna ed esterna.

L'esame della situazione politico-sociale interna d'un paese ci fornisce anzitutto la misura generica della sua energia, che si rispecchia nelle sue attitudini militari. Oltre a ciò esso serve a dare una prima idea della disponibilità delle sue forze per la lotta, poichè se le condizioni interne di un paese non sono perfettamente omogenee ed il

---

BLANCH, *Della scienza militare nei suoi rapporti con le altre scienze e col sistema sociale.* Napoli 1842.

MARSELLI, *La guerra e la sua storia.* Milano 1881 (cnfr. specialmente: Vol. 1°, Lib. II: *La civiltà e la guerra;* Vol. 2°, Lib. IV: *La politica e la guerra;* Vol. 3°, Lib. VII: *Legge di evoluzione dell'arte militare*).

CLAUSEWITZ, *Vom Kriege.* Berlin 1883 (ultima edizione) (cnfr. specialmente: I Buch: *Ueber die Natur der Krieg;* Schizzen aus VIII Buch: *Kriegsplan*).

JUNG, *La guerre et l'état social.* Paris

Δ. Γ., *La guerra e lo stato sociale.* Roma 1892.

(1) Il tenente colonnello BARONE nella sua prolusione al corso di storia militare alla scuola di guerra: *Le istituzioni militari e le condizioni politico-sociali,* Torino 1898, accenna all'importanza anche dei fattori economici, e collo studio sulla campagna del 1812 si è accinto al difficile problema della ricerca dell'influenza che tali fattori ebbero sullo sviluppo delle operazioni, problema dagli storici militari generalmente trascurato.

movente della guerra non interessa tutta intiera la sua popolazione, si deve ritenere che solo una parte delle sue forze potranno prender parte alla guerra.

A completare questa prima idea vale lo studio dell'ordinamento politico-sociale del paese, che ci dà la misura della robustezza dello organismo statale e ci dice se la direzione delle cose politiche e militari è o no saldamente tenuta da una sola mano, alla quale obbediscono tutte le attività del paese, e se è quindi possibile o no la cospirazione di tutte le forze fisiche, morali ed economiche del paese agli scopi della guerra.

Ma a meglio precisare il grado d'intensità dell'azione militare vale l'esame dell'organizzazione militare dello Stato. Allo studio dell'*Organica militare* (1) si dovrà perciò aver ricorso per i dati riflettenti tale argomento, fra i quali interesseranno specialmente: la formazione di guerra dell'esercito e la dislocazione dei suoi riparti in tempo di pace. Il primo dato, infatti, rappresenta l'esatta misura delle forze; il secondo, unitamente ai dati sulle ferrovie e sui trasporti marittimi, precisa il tempo occorrente per farle arrivare sul campo dell'azione.

Nello studio dell'organizzazione militare di un paese ha geograficamente interesse grandissimo l'afforzamento del terreno, il quale costituisce la parte principale del complesso problema così detto della *Difesa dello Stato*, le di cui condizioni di fatto risultano dallo studio riflettente l'opera dell'uomo.

L'esame della situazione politico-sociale esterna di un paese ci presenta la posizione che esso occupa in un determinato momento nello sviluppo storico dell'umanità, e quindi ci conduce alla nozione dei suoi rapporti cogli altri paesi, il che dà modo di determinare i possibili casi di guerra e di apprezzare il concorso diretto od indiretto, materiale o morale, possibile o probabile, che il paese stesso può avere, in caso di guerra, da altri Stati; ci permette cioè di valutare l'aumento che le forze combattenti potranno ricevere per effetto di certe o probabili alleanze.

Questo studio sui rapporti politico-sociali riferito ai due Stati supposti fra di loro in lotta, oltre che chiarire le cause storiche della guerra, mettere in evidenza i suoi determinanti e far prevedere i possibili incidenti che ne possono determinare lo scoppio, serve ad indicare gli scopi della guerra, e quindi, quando questi si concretano nel possesso di elementi territoriali, a prestabilire gli obbiettivi territoriali delle operazioni e con essi la direzione generale che le stesse potranno assumere.

---

(1) CORTICELLI, *Manuale di organica.* Torino 1898 (2ª edizione).

Nell'apprezzamento dei rapporti politici fra i due Stati supposti in lotta assume, dal punto di vista geografico, grandissima importanza l'esame delle frontiere politiche. Infatti, benchè tali elementi costituiscano barriere fittizie allo sviluppo delle operazioni, barriere che si spezzano all'inizio di esse, tuttavia fino all'apertura delle ostilità, la frontiera rappresenta un vincolo alle operazioni di radunata e di schieramento, obbligando ad assumere una determinata disposizione delle forze, che può influire sul successivo sviluppo delle operazioni. Da ciò risulta il diverso valore che le frontiere politiche presentano, sia per il loro reciproco andamento (rettilinee, curvilinee, concave o convesse), sia per gli elementi che le costituiscono (montagne, correnti, mare, regioni pianeggianti, ecc.), valore che risulta dallo studio della configurazione fisica del paese, quando ad essa siasi sovrapposta la rete dei confini politici.

3. Condizioni economico-sociali. — Fra gli elementi che concorrono a determinare le condizioni economico-sociali di un paese, interessano specialmente le operazioni di guerra quelli che si riferiscono alla popolazione e alle diverse manifestazioni dell'opera dell'uomo.

1° *Popolazione.* — Per apprezzare l'influenza che l'elemento della popolazione può esercitare sulle operazioni di guerra, conviene prenderne in considerazione il ***numero***, la ***densità*** e la ***ripartizione economica.***

Il numero della popolazione è l'espressione generica dell'energia di un paese; nell'apprezzare tale energia non basta però guardare al numero delle nascite, ma si deve tener conto del numero degli adulti. « Infatti, dice il Lacroix nel suo ***Traité élémentaire du calcul des probabilités***, la forza reale di un popolo dipende dal numero degli individui nel vigore dell'età e di cui tutte le facoltà siano sviluppate quanto lo consente lo stato della popolazione, secondato da una buona distribuzione dei mezzi di sussistenza. Una nazione pervenuta a questo stato deve vincere quella in cui nascesse un maggior numero di bambini, la cui perdita, moltiplicata di molto, sarebbe riparata assai facilmente, ma che, per questa distruzione prematura, ne fornisse in minor copia all'età matura. Un aumento in questa parte della popolazione non è che un peso per lo Stato » (1). Tenendo conto di queste considerazioni ed accoppiando agli studî demografici quelli dell'organica militare, una prima deduzione che si potrà fare dal numero della popolazione è quella del numero dei combattenti. Infatti il quantitativo di uomini, che annualmente raggiungono quell'età nella quale, a seconda dei diversi paesi, si considera l'uomo atto alle armi, corri-

---

(1) Cnfr. MORPURGO, *La statistica e le scienze sociali*, già cit., pag. 443.

sponde all'incirca all'1 % della popolazione. Questo quantitativo depurato dagli inetti alle armi per ragioni fisiche, si riduce circa al 0,50 % della popolazione, e ci rappresenta quella forza che nell'organica militare chiamasi *requisibile*. Tale forza moltiplicata per il numero di anni nei quali si ritiene l'uomo capace di portar le armi, e diminuita dalle perdite annuali (1), ci dà la *forza effettiva*, la quale, a seconda delle leggi di reclutamento dei diversi paesi, si trasforma nella *forza mobilitabile*, ossia in quella sulla quale si può fare sicuro assegnamento per le operazioni di guerra (2-3).

La densità della popolazione esercita una diretta e notevole influenza sulle condizioni militari di un paese, poichè, indipendentemente dalla viabilità, è certo che a parità di popolazione una maggiore estensione di territorio implica in sè la necessità di un tempo maggiore per le operazioni di chiamata delle truppe alle armi e di radunata nella zona di schieramento.

La densità della popolazione è inoltre in massima un indizio della maggior o minor facilità di stazione che può offrire una regione, sia perchè i mezzi di accantonamento sono generalmente in proporzione colla densità stessa, sia perchè dove la popolazione si agglomera vi hanno generalmente migliori condizioni d'accampamento, e cioè: terreno pianeggiante, acqua abbondante, clima non eccessivo e salubre, ecc. In tali apprezzamenti bisognerà tuttavia procedere assai guardinghi, rifuggire cioè dalle generalizzazioni, e tener conto delle speciali condizioni di ogni regione, le quali possono dar luogo a notevoli differenze relative alla possibilità di stazione, indipendentemente dalla densità della popolazione, e dovute specialmente al predominio della industria o dell'agricoltura, ed ai diversi modi coi quali quest'ultima viene esercitata.

Analogamente la densità della popolazione può essere un indizio del quantitativo dei generi alimentari esistenti in una regione, e servire quindi come un criterio per la soluzione del problema logistico dello sfruttamento delle risorse locali. Ma anche in questo apprezzamento converrà procedere con molta cautela, poichè la densità della popolazione non è sempre proporzionale ai mezzi di sussistenza. Generalmente avviene che nei centri di popolazione e nelle regioni industriali la produzione dei mezzi di alimentazione sia inferiore al

---

(1) Le perdite annue si ragguagliano, in base ai dati sperimentali dedotti dai diversi paesi, approssimativamente al 5 % della forza requisibile pel 1° anno, al 4 % pel 2°, al 3 % pel 3° ed al 2 % per i successivi.

(2) In Italia la forza mobilitabile complessiva può ritenersi i quattro quinti della effettiva.

(3) CORTICELLI, op. cit. (cnfr. specialmente Cap. I, Art. III: *Forza*).

consumo, ed a stabilire l'equilibrio intervenga l'importazione; mentre nelle regioni agricole i mezzi di sussistenza sono in massima superiori alla popolazione e vengono continuamente esportati, cosicchè tali regioni presentano nelle epoche immediatamente successive ai raccolti dei massimi di mezzi di sussistenza, che vanno gradatamente scemando.

Da ciò risulta come il solo criterio della densità della popolazione non sia sufficiente per fare una positiva induzione sul quantitativo dei mezzi di alimentazione che si potranno trovare in una regione. Perchè tale induzione possa dirsi positiva, è necessario risulti dal rapporto esistente fra produzione e consumo, nel quale si introduca anche il dato relativo all'importazione ed all'esportazione. Si dovrà cioè per ogni genere di alimentazione istituire un calcolo rappresentato dalla differenza fra la produzione, aumentata dell'importazione, ed il consumo, sommato coll'esportazione e col quantitativo occorrente per la riproduzione. Il consumo sarà determinato dal numero della popolazione, e dovrà stabilirsi con quei criterî che risultano dalla conoscenza delle consuetudini degli abitanti della regione.

Nei paesi dove le investigazioni statistiche sono molto sviluppate e si hanno, p. es., dati mensili sulle importazioni e sulle esportazioni, un calcolo come quello sopra enunciato potrà facilmente istituirsi per ogni prodotto, e si avrà così una situazione mensile dell'esistenza di quel prodotto nella regione, e quindi un mezzo per precisare l'assegnamento che su di esso potrà farsi in un determinato momento per l'alimentazione della truppa.

Queste considerazioni valgono a dimostrare quanto grande sia la importanza della statistica negli studî militari, e come essa costituisca un mezzo indispensabile alla logistica e valga a rendere positiva la strategia. Tali considerazioni dimostrano inoltre anche la verità di quanto testè accennammo, e cioè, che in simil genere di investigazioni bisogna rifuggire dalle induzioni generiche, localizzare gli studî e non limitarsi alla considerazione di un solo fattore, ma tener conto del maggior numero possibile di quegli elementi che concorrono a determinare le condizioni economico-sociali di una regione (1).

---

(1) Intorno al rendimento delle risorse locali molti scrittori militari danno criteri numerici, generalmente esprimenti il rapporto fra il quantitativo di truppa che può essere nutrito in una regione per un determinato tempo e la sua popolazione o la sua area. Questi criterî trovansi in massima parte riassunti nelle due pregevoli opere qui indicate:

LEWAL, *Études de guerre. Tactique des ravitaillements.* Paris 1889 (cnfr.: Tome 1er, II partie, XVIII, *Possibilité du ravitaillement sur place d'après les écrivains militaires*, pag. 192 e segg.).

PEYROLLE, *Alimentation et ravitaillement des troupes en campagne. Cours*

Anche la ripartizione economica della popolazione, ossia la statistica delle professioni, ha importanza per gli studî di geografia militare, poichè rappresenta il mezzo migliore per definire le condizioni economico-sociali di una regione, la quale potrà, in base ai dati statistici professionali, esser classificata come agricola od industriale ed anche distinta dalla specie di agricoltura o dalle diverse industrie che in essa si esercitano.

La statistica professionale può inoltre, coi suoi dati particolari relativi alle diverse circoscrizioni amministrative, dare notizie preziose sulle risorse e sugli aiuti che le truppe operanti possono aspettarsi in determinate località. Al quale riguardo torneranno utilissimi i dati statistici professionali riflettenti le industrie alimentarie, le industrie di vestiario, il servizio sanitario, i trasporti, ecc.;

2º *Opera dell'uomo.* — Le diverse manifestazioni dell'opera dell'uomo da noi raggruppate in quattro classi: agricoltura, industria, commercio e costruzioni, esercitano influenze più o meno importanti, ma sempre considerevoli, sulle operazioni di guerra.

Abbiamo detto che tali manifestazioni dell'opera dell'uomo debbano essere considerate dal punto di vista della società che le effettua e da quello dello stato di fatto di modificazione da esse apportato alla superficie della terra.

La prima considerazione, dicemmo, serve a dare un'idea delle condizioni economico-sociali della popolazione, e quindi le considerazioni che a questo riguardo si possono fare, sotto il rispetto militare, rientrano in gran parte in quelle poc'anzi esposte. Aggiungeremo solamente che la necessità di provvedere grosse quantità di materiali diversi e specialmente di derrate alimentarie per i rifornimenti delle colossali masse armate odierne, obbliga a ricorrere ai mercati esteri; la conoscenza degli emporî del commercio mondiale e del meccanismo degli scambi commerciali, assume quindi una considerevole importanza negli studî applicativi di geografia militare (1).

L'apprezzamento militare dell'opera dell'uomo, considerata come modificazione alla superficie terrestre, si traduce essenzialmente in quello delle forme di coltivazione del terreno e delle costruzioni.

---

d'administration en temps de guerre et de manœuvres professé à l'école supérieure de guerre. Paris 1896-97 (cnfr. Chap. VI, *Des ressources qu'on peut attendre de l'exploitation locale*, pag. 197 e segg.).

L'esame dei dati esposti, presentanti fra di loro forti differenze, serve a dimostrare l'accennata difficoltà di stabilire formole generali, e mette in evidenza la deficienza di basi sperimentali, risultanti dallo studio delle passate campagne.

(1) Pierron. *Les méthodes de guerre actuelles et vers la fin du XIXe siècle.* Paris 1886 (cnfr.: T. I, Chap. III: *Approvisionnement en vivres*, pag. 172 e segg.).

Avendo già trattato delle prime, a proposito della vegetazione (v. pag. 320), parleremo qui delle seconde, che per le limitazioni fatte nel loro esame (v. pag. 332), si riducono agli *abitati* ed alle *vie di comunicazione* terrestri ed acquee continentali.

A) *Abitati.* — I grandi centri abitati hanno, come si disse, una forte influenza sulla vita sociale, politica ed economica di un paese; sono nodi d'importanti comunicazioni; e racchiudono in essi ricchezze d'ogni genere, mezzi di sussistenza e talora anche materiali da guerra. Tali centri assumono perciò generalmente una grande importanza strategica, perchè costituiscono quasi sempre punti di attrazione delle operazioni militari e di frequente obbiettivi principali delle operazioni stesse.

« Ove i commerci affluiscono, scrive a questo proposito il generale Marselli (1), e gli scambi si moltiplicano, e le città sorgono e si popolano; ove insomma fioriscono le arti della pace, ivi il principio di ostilità diffonde la morte e decide dei destini degli Stati. Ed anche quest'apparente disarmonia è in fondo un'armonia fisico-sociale ».

Fra i grandi centri abitati hanno speciale importanza le capitali degli Stati, le quali, perchè perni delle attività sociali, politiche ed economiche del paese, possono molte volte considerarsi come obbiettivi decisivi delle operazioni, la di cui caduta sia strettamente collegata colla cessazione della guerra. Tale fu infatti la funzione esercitata nelle diverse campagne di invasione della Francia da Parigi, punto che venne sempre considerato come l'obbiettivo decisivo delle operazioni, e sul quale hanno sempre ripiegato gli eserciti francesi battuti alle frontiere. Tuttavia oggidì, per le moderne tendenze decentratrici economico-sociali e per il carattere eminentemente decisivo assunto dalla guerra, anche le capitali degli Stati hanno perduto questo carattere di obbiettivi decisivi, prevalendo il concetto di considerare come tale quel qualsiasi punto del territorio nazionale sul quale l'esercito siasi ripiegato combattendo.

Da questi grandi centri passando ai minori, alle piccole città, alle borgate, ai villaggi, ecc., ne troviamo alcuni che possono aver importanza strategica momentanea, derivante dalla loro ubicazione rispetto alle principali linee di comunicazione, ma generalmente la loro importanza è piuttosto di carattere logistico, potendo tali abitati funzionare come località di tappa, come sedi di magazzini, come punti di sgombero, ecc. Essi hanno inoltre quasi sempre un grande valore nel campo tattico, nel quale possono rappresentare punti atti a resistere lungamente contro forze preponderanti. Fra i numerosi esempi al riguardo,

---

(1) MARSELLI, *La guerra e la sua storia*, già cit. (cnfr. Vol. II, Lib. V, Cap. II: *La geografia militare e la statistica*, pag. 119).

si può citare quello della piccola città di Beaune la Rolande che diede la possibilità a 11 mila Tedeschi di resistere a 60 mila Francesi per circa nove ore fino all'arrivo dei rinforzi (28 novembre 1870) (1).

Così scendendo nella scala delle proporzioni, si giunge ai piccoli gruppi di abitati ed ai fabbricati isolati, che hanno una limitata importanza logistica, ma conservano generalmente considerevole valore tattico, costituendo punti d'appoggio, talvolta capaci di tenacissime resistenze. Basti fra i molti esempi citare quelli del castello di Goumont a Waterloo (2) e di quello del Geissberg a Weissemburg (3).

L'apprezzamento militare dei fabbricati dal punto di vista logistico riflette la loro capacità di accantonamento. Tale capacità dipenderà dalle forme e dimensioni dei fabbricati stessi, le quali, come abbiamo visto, sono in stretta relazione colle condizioni economiche della regione, e variano a seconda che in essa predomina l'industria o l'agricoltura, ed anche a seconda delle diverse specie di quest'ultima (4).

L'apprezzamento militare dei fabbricati dal punto di vista tattico, riflette invece il loro grado di resistenza e quindi l'appoggio ch'essi possono offrire alla difensiva. Tale grado di resistenza dipende pure dalle forme e dimensioni dei fabbricati, ma anche dal genere dei materiali di costruzione, per il che sul valore difensivo dei fabbricati di una regione non influiscono solo le sue condizioni economiche, ma anche quelle fisiche, inerenti alla natura litologica dei terreni (vedi pag. 333). La conoscenza di questa e dei suoi rapporti colle costruzioni è perciò assai interessante dal punto di vista militare, tanto più che ciò non solo serve a darci un'idea della struttura dei fabbricati esistenti, ma può permetterci preziose induzioni intorno ai materiali che si potranno trovare in una data regione per costruzione di ricoveri o di opere d'afforzamento del terreno.

---

(1) Intorno alla speciale fisonomia che assume il combattimento nei luoghi abitati vedasi:

MINISTERO DELLA GUERRA. *Norme generali per l'impiego delle tre armi nel combattimento*, già cit. (cnfr. *Attacco e difesa degli abitati*, pag. 55 e segg.).

DE CUMIS, *Trattato di tattica*, già cit. (cnfr.: Parte IX, Cap. I: *Luoghi abitati*, dove sono esposte quelle norme speciali che non potevano trovar posto nella pubblicazione ufficiale suindicata, ed è riportato a pag. 487 l'esempio del combattimento di Beaune la Rolande).

(2) BARONE, *1815*, già cit. (cnfr.: *Battaglia di Waterloo*).

(3) TASSONI, *Storia militare. Guerra franco-tedesca* 1870-71, già cit. (confronto: *Invasione dell'Alsazia*)

(4) Per le modalità relative agli accantonamenti delle diverse armi e servizi vedasi:

RUELLE, *Sunto delle lezioni di logistica svolte agli ufficiali allievi della scuola di guerra*, 1897-98 (inedite) (cnfr.: *Stazioni*).

B) *Vie di comunicazione.* — Le vie di comunicazione, rappresentanti forse la più importante manifestazione dell'azione geografica dell'uomo, sia come sintesi della massima parte delle sue attività, sia come trasformazione delle condizioni naturali degli scambî, devono necessariamente avere una grande influenza sulle operazioni della guerra. Tale influenza si manifesta principalmente nel campo strategico ed in quello logistico, ma assume talvolta importanza considerevole anche in quello tattico.

E qui giova osservare che mentre lo studio delle vie di comunicazione dal punto di vista strategico trova generalmente base sufficiente nelle carte stradali, dal punto di vista logistico e tattico esso non può farsi che col sussidio di memorie descrittive, dalle quali risulti tutto ciò che non è rappresentabile col solo graficismo, e cioè quanto riflette le condizioni delle vie di comunicazione rispetto agli ostacoli da superarsi, alla natura dei terreni della regione, allo stato climatologico, ed a tutte quelle molteplici manifestazioni dell'opera dell'uomo che possono interessare le operazioni militari (1). Dal che si può facilmente arguire come il completo apprezzamento militare di una rete di comunicazioni richieda un lungo e minuto lavoro di ricognizione e sia per sua natura assai complesso.

Gli elementi costituenti il valore assoluto di una rete di comunicazioni sono stati da noi esaminati nel capitolo precedente (vedi pag. 334); si tratta ora di vedere come tali elementi debbano essere considerati in rapporto allo sviluppo delle operazioni di guerra, per poter determinare i criterî direttivi d'apprezzamento del valore relativo della rete stessa.

Tale valore relativo dipenderà anzitutto dall'orientamento della rete rispetto alla direzione generale delle operazioni, al qual riguardo le singole linee della rete potranno distinguersi in parallele o perpendicolari, comunemente dette longitudinali e trasversali.

Le linee aventi il primo orientamento sono quelle che generalmente corrispondono alle linee d'operazione. Dal loro numero, come dal numero delle arterie stradali che le costituiscono (2), dipende la maggiore o minore suddivisibilità della massa operante in colonne, e quindi la maggiore o minore agevolezza di rapporti tra l'ordine di

(1) In alcune carte militari si è cercato di rappresentare con appositi segni convenzionali alcuni degli elementi caratterizzanti le particolari condizioni di una strada. Ad esempio nella *Spezial Karte der oesterr-ungar. Monarchie* 1 : 75 mila, sono indicati i tratti in pendenza che richiedono trapeli al traino, quelli che non permettono la volta di vetture a tre pariglie, i ristringimenti stradali, l'accessibilità dei terreni latistanti ecc.

(2) V. nota a pag. 276.

marcia e quello di schieramento. Dalla disposizione convergente, parallela o divergente delle linee d'operazione e delle arterie che le costituiscono, risulta inoltre la possibilità della manovra cospirante, o la necessità di operare con masse divise e talora divergenti.

Le linee aventi orientamento trasversale rappresentano i collegamenti fra le precedenti, e servono agli spostamenti laterali. Tali linee assumono particolare importanza nella guerra di montagna (1), stante la difficoltà di movimento che in massima si verifica in essa; hanno importanza minore nelle regioni pianeggianti, per la generale fittezza della rete stradale, ma possono anche qui talvolta esercitare una notevole influenza sulla riuscita di una manovra, specialmente quando raccordano punti obbligati di passaggio, quali gli sbocchi da una regione montana, i ponti di una corrente inguadabile ecc.

Le linee aventi orientamento intermedio ai suindicati, potranno funzionare quali linee di operazione o quali linee di collegamento, a seconda che nella loro direzione si accostano maggiormente all'uno o all'altro orientamento.

Queste considerazioni valgono per un primo apprezzamento generico di una rete di comunicazioni; volendo procedere alla sua più particolare valutazione, è necessario prendere separatamente in considerazione le diverse specie di comunicazioni che la costituiscono, ossia: le ferrovie, le strade ordinarie e le linee di navigazione.

Coll'aumento colossale delle masse armate odierne e col grande sviluppo che oggidì hanno assunto le reti ferroviarie, si può dire che queste ultime sono diventate un mezzo indispensabile per la mobilitazione, la radunata ed il rifornimento degli eserciti. Le ferrovie costituiscono perciò oggidì il fattore logistico più importante di un teatro d'operazione, e per questo fatto esercitano anche una diretta influenza sul concetto strategico, concorrendo a determinare i siti di radunata e le modalità dello schieramento, ossia le condizioni iniziali delle operazioni. Si potrebbe dire che l'influenza delle ferrovie non si arresta al campo logistico ed allo strategico, ma si estende anche a quello tattico, esistendo esempi di trasporti ferroviarî anche sul campo di battaglia, ma tali esempi sono rari e riflettono casi speciali e di poco momento, cosicchè si deve ritenere che le ferrovie hanno dal punto di vista tattico importanza secondaria (2).

---

(1) V. nota a pag. 202.

(2) Intorno all'importanza delle ferrovie in guerra vedasi:

AVETA, *Studio storico logistico sull'impiego delle ferrovie in guerra.* Torino 1893, che contiene a pag. 144 notizie bibliografiche sull'argomento.

PIERRON, *Les méthodes de guerre*, ecc., già cit. (cnfr.: T. I, III P., specialmente al capitolo: *Importance et rôle stratégique des chemins de fer*, pag. 732 e segg.).

Il primo criterio per l'apprezzamento militare di una rete ferroviaria è quello della sua fittezza. Infatti dal rapporto fra lo sviluppo chilometrico della ferrovia e la superficie del territorio si può ricavare un concetto generico sulla maggiore o minore lentezza del meccanismo di mobilitazione e di radunata, poichè ad una maggior densità ferroviaria corrispondono minori spazî da percorrersi per via ordinaria. Tale criterio, che trova la sua applicazione specialmente in studî comparativi fra diversi Stati, deve però essere completato con quello riflettente la diversa distribuzione della rete ferroviaria sul territorio dello Stato, la quale può sensibilmente alterare la deduzione generica basata sulla sola fittezza generale, potendo esistere zone poco provviste di ferrovie e richiedenti lunghe traslazioni per via ordinaria, ed invece zone ricche di comunicazioni ferroviarie, nelle quali si hanno perciò condizioni opposte.

Un secondo criterio d'apprezzamento riflette l'ordinamento della rete ferroviaria, nella determinazione del quale si dovrà tenere specialmente conto dei due elementi qui indicati:

a) numero dei binarî indipendenti, che dai diversi punti dello Stato, dove si raccolgono i maggiori mezzi di guerra, conducono nella zona di radunata;

b) numero dei binarî indipendenti, che nella zona di radunata possono essere utilizzati per spostamenti, in modo da far gravitare la massa delle forze verso il centro o verso una delle ali della fronte di schieramento.

Un terzo criterio infine si basa sulla considerazione del rendimento massimo di ogni singola linea, risultante dal rapporto fra le sue condizioni di produttività e le esigenze dei trasporti militari (1).

Passando all'apprezzamento militare della rete delle strade ordinarie, si può premettere che nella maggior parte dei paesi civili essa ha raggiunto uno sviluppo tale da presentare quasi sempre un concorso sufficente alla rete ferroviaria nelle operazioni di mobilitazione, radunata e schieramento strategico. Sarà perciò generalmente il caso di prendere in considerazione la rete ordinaria oltre la fronte dello schieramento strategico, e cioè dal punto di vista della manovra.

I criterî per l'apprezzamento militare della rete non possono però differire che nelle modalità d'applicazione, da quelli seguìti nella valutazione della rete ferroviaria.

Un primo criterio sarà adunque anche qui quello della fittezza, che ci dà modo di ricavare il numero medio di strade presentantisi sulle

---

(1) Per particolari su questi diversi argomenti vedasi:

Segato, *Sommario delle lezioni di comunicazioni*, ecc., già cit. (cnfr.: *Dell'impiego delle ferrovie per trasporti militari*).

diverse fronti d'operazione, in rapporto al loro sviluppo chilometrico. Oltre a ciò la fittezza della rete stradale serve non solo ad esprimere la praticabilità della regione lungo le strade, ossia quella praticabilità che noi diciamo logistica, ma anche a dare un'idea delle condizioni di accessibilità del terreno all'infuori delle strade, ossia di quella praticabilità che chiamasi tattica. Infatti, per ragioni economiche le strade vengono quasi sempre tracciate dove il terreno presenta minori difficoltà, e perciò il terreno compreso fra le maglie di una rete stradale corrisponderà generalmente al terreno più difficile della regione. Dove la rete è fitta, ossia le sue maglie sono ristrette, il che vuol dire: regione ricca, popolazione densa e numerose opere dell'uomo, le difficoltà del terreno nell'interno delle maglie saranno rappresentate da elementi artificiali, quali: coltivazioni, caseggiati, ecc. Dove la rete è poco fitta, ossia le maglie sono larghe, avremo nell'interno di esse, o grandi ostacoli naturali, quali: montagne, laghi, paludi, boschi, ecc.; oppure terreni deserti, quali: i deserti propriamente detti, le lande, i gerbidi, le steppe, ecc.

L'ordinamento della rete stradale costituisce pure un secondo criterio di apprezzamento, ed a questo riguardo si dovrà prendere in considerazione la ripartizione della rete stradale in linee d'operazione, il numero delle strade indipendenti in ogni linea d'operazione, gli allacciamenti fra le diverse linee d'operazione e fra le strade di ogni singola linea, ed inoltre l'irradiamento delle linee d'operazione sulla fronte di manovra.

Infine un terzo criterio d'apprezzamento risiede nella *portata*, *potenzialità* o *capacità logistica* delle linee d'operazione e delle loro singole strade, corrispondente nel concetto alla produttività delle linee ferroviarie e definibile: *quel quantitativo massimo di truppe, che, indipendentemente dalla resistenza tattica del nemico, può percorrere una linea d'operazione od una strada, in relazione al tempo che vi impiega.*

La determinazione di tale elemento è questione di diretto compendio degli studî di *Logistica;* qui si riportano perciò le considerazioni che a questo proposito trovansi nel *Manuale di logistica* del generale Moreno:

« Sulle buone strade di pianura si ammette generalmente che il corpo d'armata sia l'unità logistica, cioè quella massima quantità di truppa che in una giornata può compiere la marcia fra due tappe prossime. A determinare questa massima quantità di forza concorrono principalmente il tempo necessario allo sfilamento e quello necessario alla marcia, l'uno e l'altro dipendenti dalla profondità della colonna e dalla velocità di marcia; è quindi evidente che in montagna dove sono frequenti le cause tendenti ad aumentare la

prima e a diminuire la seconda, spesso si è costretti a ridurre la forza dell'unità logistica. Ma in pianura non si tien conto della capacità di alloggiamento e si ammette che generalmente qualunque colonna troverà modo di stazionare al termine di ogni tappa; in montagna invece le località dove le truppe possono stazionare sono determinate e non frequentissime, e quindi la capacità di alloggiamento può limitare così la forza dell'unità logistica in montagna, come anche le lunghezze delle marce.

« Si deve inoltre notare che la portata logistica di tutta una strada va calcolata sul tratto di portata minima. Nondimeno quando un tratto di eccezionale difficoltà non è molto lungo, si può chiedere alle truppe uno sforzo maggiore, rendere continuo il passaggio di giorno e di notte, affine di eliminare o limitarne le conseguenze sul rimanente della strada.

« Non è scemata la portata logistica d'una strada se anche per molti giorni di seguito le due divisioni, per esempio, di un corpo d'armata siano costrette a stazionare a qualche distanza fra di loro, purchè al termine di ogni giornata sia possibile rifornire da tergo la divisione di testa. Per unità logistica dovendosi intendere quella che necessariamente richiede dietro di sè uno speciale funzionamento dei servizi amministrativi.

« Portata a questa misura è facile vedere che anche per le strade di montagna non sono frequentissimi i casi in cui l'unità logistica dal corpo d'armata debba scendere alla divisione, e forse si riducono a quelli in cui le truppe per più giorni dovessero percorrere lunghe e strettissime valli. I casi poi in cui l'unità logistica debba scendere sino alla forza d'una brigata di fanteria, devono ritenersi affatto eccezionali, e una strada in cosiffatte condizioni non avrebbe che mediocre importanza militare.

« Altre difficoltà delle regioni montane, come la mancanza di risorse locali, la povertà di strade laterali, la necessità di far seguire l'una all'altra più unità logistiche, influiscono specialmente sul funzionamento dei servizi, in misura sempre assai sensibile, ed anzi è questa specie di difficoltà che propriamente caratterizza le operazioni di montagna.

« L'esercito che vuol seguire una linea d'operazione attraverso la regione alpina, deve anzitutto, con un corpo proporzionato ai mezzi di spiegamento sempre limitati della valle, vincere la resistenza opposta dalla difesa. In questo tempo raccoglie nella valle i necessari approvvigionamenti formando magazzini avanzati. Quando avrà vinto la resistenza nemica comincierà il movimento innanzi delle unità logistiche verso lo sbocco in pianura; quivi la prima unità si arresta per aspettare il successivo arrivo delle altre unità fino ad avere le forze sufficienti per sboccare.

« Ora è evidente che se dall'ultimo magazzino avanzato sin'oltre il valico la strada è unica, lo sfilamento successivo delle unità logistiche impedirà il rifornimento delle unità più avanzate; epperò allorquando l'unità logistica che è in testa esaurisce i viveri che può portare seco, deve anche cessare l'affluenza delle truppe per continuare non interrotto quello dei rifornimenti.

« Ciò ammesso, alcuni vogliono attribuire alle strade in montagna due specie di *portata logistica*, l'una *relativa*, la cui principale misura è l'entità dell'unità logistica che può percorrerla, ossia la defluenza giornaliera; l'altra *assoluta*, che è la quantità totale di truppa che da essa può sboccare in pianura: questa è funzione della distanza che intercede fra l'ultimo magazzino nella valle e lo sbocco in pianura, della portata logistica relativa della strada, della distanza con la quale si succedono le unità logistiche, e della quantità di viveri che portano seco loro le unità logistiche.

« È evidente che, se per viveri portati dalle unità logistiche si vuole intendere solamente i viveri che portano le truppe stesse e i servizi di 1ª linea, la portata logistica assoluta anche delle migliori strade montane sarà ridotta a poca cosa, con grande vantaggio della difesa la quale potrebbe con quasi esattezza e anticipatamente calcolare la quantità di minaccia che in caso d'invasione dovrebbe aspettarsi da ciascun valico. In realtà però i provvedimenti logistici possono allargare di tanto i limiti di tale portata assoluta che anche la sua anticipata esatta conoscenza non saprebbe tornare d'alcun pratico vantaggio » (1).

La terza specie di comunicazioni costituente una rete, è quella rappresentata dalle linee navigabili, che possono trovare utilissimo impiego in guerra, quali linee di operazione o sussidiarie di linee di operazione terrestri.

L'apprezzamento di tali linee non differisce sostanzialmente da quello delle altre specie di comunicazioni; però è opportuno aggiungere che la rete delle linee acquee interne, naturali od artificiali,

---

(1) MORENO, *Manuale di logistica*. Torino 1886. (cnfr.: *Passaggi delle zone montane*). Al termine di tale capitolo è riportato un esempio della marcia di una armata di quattro corpi ed una divisione di cavalleria da Susa a Grenoble per il Monginevra; con esso si dimostra che i limiti imposti dalle esigenze logistiche all'agglomeramento di forze allo sbocco della regione montana sono così larghi, da rendere inutile la determinazione della portata logistica assoluta d'una strada.

Intorno alle questioni relative alla portata logistica vedasi anche:

RUELLE, *Sunto delle lezioni di logistica*, ecc., già cit. (cnfr.: *Passaggio delle zone montane*.

SEGATO, Sommario delle lezioni di comunicazioni, ecc., già cit. (cnfr.: *Criterî per calcolare la capacità logistica delle mulattiere*).

navigabili o no, merita di essere, dal punto di vista militare, valutata anche come mezzo importante per accrescere artificialmente il valore difensivo del terreno. Dove tale rete è molto fitta, si può, infatti, mediante un ben inteso sistema di costruzioni, innalzare il livello normale delle acque, in modo da sommergere estese zone di territorio e renderle inaccessibili. Queste difese, per riuscire veramente efficaci, richiedono sempre diligenti studî preventivi intorno alle condizioni idrografiche della regione ed alla posizione dei punti di derivazione delle acque, dai quali fatti dipende la possibilità di creare, di alimentare e di mantenere un ostacolo per sua natura fluttuante (1). Esempi di organizzazione difensiva basata su tale sistema se ne hanno parecchi, e fra gli altri si può citare quello veramente classico dell'Olanda (2); nè mancano casi di utile impiego di simili difese nella guerra campale, come ad esempio quello delle inondazioni praticate in principio della campagna del 1859 nella Lomellina, per impedire l'avanzata degli Austriaci su Torino per la sinistra del Po (3).

Nella valutazione militare delle linee acquee assumono capitale importanza le opere d'arte e sopratutto quelle che regolano il deflusso delle acque. Dalla loro ubicazione dipende infatti la possibilità d'attuare od interrompere la navigazione, di effettuare o no inondazioni artificiali, di togliere l'alimentazione acquea alle piazze assediate, ecc. Tali opere d'arte possono costituire perciò importanti obbiettivi o soggettivi delle operazioni militari, e sono spesso coperte da opere di fortificazioni come in Olanda, nel Belgio e nella Fiandra francese, dove le linee acquee costituiscono elementi importanti della organizzazione difensiva.

---

(1) AUGIER, *Sur l'établissement d'un projet d'inondation défensive.* Revue du génie militaire, mars-avril 1889.

(2) NOTEBAERT, *Étude générale du système de défense de la Hollande.* Bruxelles 1879.

(3) *Delle artificiali inondazioni fra la Sesia e la Dora Baltea prodotte colle acque dei canali demaniali, con strategico intendimento, nel rompersi della guerra dell'Austria contro il Piemonte, sul finire dell'aprile* 1859. Relazione e tipo di C. NOÉ, ispettore capo delle finanze dello Stato (inedito).

Un cenno riassuntivo di quanto è esposto nella citata relazione trovasi in:

PERRUCCHETTI, *Teatro di guerra italo-franco. Studio di geografia militare.* Torino 1878 (cnfr.: pag. 159 e seg.).

Le inondazioni artificiali possono trovare utile ed estesa applicazione nella regione compresa fra Brenta, Adige e Po; vedasi a questo riguardo:

PERRUCCHETTI, *La pianura lombardo-veneta e le coste adriatiche. Studio di geografia militare.* Torino 1878 (cnfr. specialmente pag. 211 e segg.).

FONTI E NOTA BIBLIOGRAFICA

per lo studio degli elementi antropogeografici

Le principali fonti ufficiali per lo studio degli elementi antropogeografici sono rappresentate dalle pubblicazioni del *Servizio statistico*, che presso quasi tutti gli Stati civili costituisce un ramo dei pubblici servizi (1).

In Italia tali pubblicazioni emanano generalmente dalla Direzione generale della statistica e le principali di esse sono le seguenti:

Annuario statistico italiano, che si pubblica ogni due o tre anni, e può considerarsi come il principale documento periodico riassumente i risultati della statistica descrittiva.

---

(1) In Italia il servizio statistico funziona sotto la direzione del Ministero di agricoltura, industria e commercio ed è rappresentato dai seguenti organi:

1°) Un Comizio superiore ed un Comitato permanente di statistica, costituiti di membri nominati dai diversi Ministeri.

2°) Una Direzione generale della statistica, direttamente dipendente dal Ministero di agricoltura, industria e commercio, che accomuna le funzioni d'ufficio direttivo e d'ufficio esecutivo.

3°) Le Giunte provinciali di statistica con annessi uffici di statistica, mediante i quali organi la Direzione generale esercita la propria azione nelle diverse provincie del Regno. Prima del 1887 esistevano anche Giunte ed Uffici comunali di statistica, la di cui costituzione è oggidì in facoltà dei Comuni.

La caratteristica dell'organizzazione del servizio statistico in Italia è quella del suo accentramento nella Direzione generale di statistica, verso la quale tutto affluisce e dalla quale tutto emana, meno quanto riflette alcune speciali statistiche, che vengono compilate presso i diversi Ministeri interessati.

Presso gli altri Stati si hanno organizzazioni analoghe, benchè generalmente più decentrate, fatta eccezione della Svezia.

Per particolari sull'organizzazione del servizio statistico presso i diversi Stati vedansi:

X. *Dell'ordinamento degli uffici centrali di statistica in Italia ed in alcuni altri Stati. Dei lavori che sono ad essi affidati e dei mezzi di cui dispongono.* Bulletin international de statistique. 3e e 4e Livraison. Rome 1886.

Mayr e Salvioni, *La statistica e la vita sociale.* Torino 1886 (cnfr.: *Ordinamento e sviluppo della statistica ufficiale*, pag. 90 e segg.).

X. *Le 25e anniversaire de la Société de statistique de Paris.* Paris 1886.

Virgilii, *Statistica* (Manuale Hœpli), Milano 1891 (cnfr.: *La statistica ufficiale*, pag. 125 e segg.).

Bertillon, *De l'organisation des bureaux de statistique en France et à l'étranger*, nel volume intitolato: *Conférences sur la statistique et la géographie économique faites en* 1889-90 *à la Réunion des officiers*, Paris 1891.

Annali di statistica, serie di monografie riflettenti i diversi rami della statistica.

Un elenco completo delle pubblicazioni statistiche ufficiali ed ufficiose, fatte in Italia ed all'estero dal 1861 al 1887, trovasi in un fascicolo degli Annali suindicati del 1888; qui si enumerano solamente le principali pubblicazioni ufficiali che emanano, in Italia, direttamente dall'Amministrazione della guerra:

Monografie del corpo di stato maggiore.

Tabelle di formazione degli eserciti esteri.

Monografie statistico-economiche del corpo di commissariato militare.

Relazioni sui risultati delle leve militari.

Relazioni medico-statistiche sulle condizioni sanitarie dell'esercito italiano.

Per quanto più propriamente riflette l'opera dell'uomo, le principali fonti ufficiali sono rappresentate in Italia dalle pubblicazioni dei Ministeri dei lavori pubblici e d'agricoltura, industria e commercio, delle quali si è più volte fatto cenno, e specialmente: a pag. 220 nota (4), ed a pag. 282 per le prime; a pag. 322 per le seconde.

Alle esposte indicazioni sulle fonti si crede superfluo l'aggiungere uno speciale elenco bibliografico, riflettente lo studio degli elementi antropogeografici, essendo al riguardo più che sufficienti le note già date e specialmente quelle apposte alle pagine: 325, 326, 328, 329, 331, 332, 341, 342, 344, 345, 348, 349, 350, 351.



LE REGIONI GEOGRAFICHE

1. Classificazione delle regioni geografiche. — La geografia nel descrivere la superficie della terra considera questa divisa in regioni naturali, ossia in parti che per i loro caratteri geografici fra di loro si differenziano. La determinazione delle regioni deve farsi volta per volta, in base alle condizioni locali, risultanti dalla coesistenza di diversi elementi geografici, ed assumendo quale criterio di delimitazione il cessare di determinati caratteri geografici (1). Tale determinazione è perciò di diretto compendio della geografia descrittiva; tuttavia essa può essere suscettibile di una trattazione teorica, che valga a prestabilire i tipi principali delle regioni geografiche nei loro caratteri generali. E questa trattazione ha non poca importanza, sia come guida alla geografia descrittiva per il tracciamento dei limiti delle regioni, sia come necessario complemento allo studio analitico

(1) Prescindendo da qualche accenno intorno alla divisione della superficie della terra in regioni geografiche, che può rintracciarsi in qualche sommo geografo dell'antichità, come STRABONE e TOLOMEO, si può dire che tale concetto non appaia evidente se non nella moderna geografia scientifica. Infatti i geografi dei tempi passati ebbero generalmente la tendenza di confondere la regione fisica con quella antropica, assumendo come limiti le divisioni etniche, storiche o politiche; il BUACHE colla sua teoria dei bacini (*Essai de géographie physique.* Paris 1752) cercò di procedere alla divisione della superficie terrestre in unità fisiche, ma l'artificiosità del principio, che creava elementi orografici immaginari, nocque alla naturalezza della classificazione (v. pag. 11). Solo allorquando gli studî geografici presero un indirizzo scientifico, assumendo come base per lo studio del terreno le nozioni riflettenti la sua formazione e natura, fu possibile addivenire ad una ripartizione della superficie terrestre in regioni naturali.

È infatti solamente colle moderne opere di geografia, dettate con questo indirizzo, che il concetto della regione geografica ha trovato la sua vera applicazione; così ad esempio nella descrizione geografica della Germania fatta dal PENCK (cnfr. *Das deutsche Reich.* Vol. 2° della *Länderkunde des Erdteils Europa* del KIRCHHOFF; Wien, Prag, Leipzig 1887), noi vediamo distinte, in base alla storia fisica del suolo tedesco, quattro regioni: la regione prealpina, il bacino sud-occidentale, la regione montana centrale e la pianura settentrionale.

dei singoli elementi geografici nella geografia teorica. A quest'ultimo riguardo si può infatti osservare che nessuno dei tratti della superficie terrestre contiene in sè la completa spiegazione del suo modo di essere, e che dall'esame di tutti i singoli elementi geografici non può risultare la fisonomia completa di una regione; mentre portando l'osservazione ad un punto dal quale sia possibile abbracciare tutti i diversi elementi geografici, si vede come essi si rischiarino mutuamente e come dal loro combinarsi, intrecciarsi e sovrapporsi emani con evidenza il complessivo aspetto del paese. Da ciò adunque la necessità di completare lo studio analitico dei singoli elementi geografici con uno studio sintetico, che prenda in considerazione la loro coesistenza, presentandoli coordinati sulla superficie terrestre in aggruppamenti omogenei, che denominansi appunto *regioni geografiche*. La necessità di tale sintesi si riflette naturalmente anche nello apprezzamento militare, poichè, se esso fosse limitato alla sola parte analitica, potrebbe talvolta riuscire erroneo, per il fatto di attribuire a questo od a quell'elemento influenze che invece dipendono dalla loro coesistenza.

Ammessa la necessità di definire teoricamente le regioni geografiche, è anzitutto necessario vedere quali siano i criterî che possano servire di guida per una loro razionale classificazione.

La regione geografica è la risultante di cause numerose e complesse, che il geografo deve sapere analizzare singolarmente e quindi coordinare in una sintesi feconda, nella quale spicchi la caratteristica principale del paese. Si comprende da ciò come i criterî per la definizione delle regioni debbano essere numerosi, e possano avere importanza diversa e caso per caso mutevole; come pure da ciò si arguisce che quanto maggiore sarà il loro numero e quanto più preciso il discernimento del principale dai secondarî, tanto più perfetta ed efficace riuscirà la definizione. Il volere determinare teoricamente il numero dei criterî da adottarsi ed il loro valore relativo, è cosa assolutamente impossibile, tuttavia si può dire che fra di essi uno ha valore capitale e costante, e questo è quello che si fonda sulla natura e sulla genesi del terreno.

Da tali fatti invero, noi l'abbiamo constatato, dipendono in gran parte le forme del terreno, la sua idrografia, la fisonomia del suo rivestimento vegetale, le sue condizioni di praticabilità e di abitabilità; e senza essere tacciati di esagerazione possiamo anche asserire che tali fatti si riflettono con evidenza in molte manifestazioni materiali dell'umana attività, e si ripercuotono in modo più confuso e complesso, ma pur sempre percettibile, nel campo del sentimento e della fantasia, concorrendo così a determinare i caratteri della vita intellettuale e morale dei popoli. A questo riguardo scrive il Cuvier:

« La Lombardie n'élève que des maisons de briques, à côté de la Ligurie qui se couvre de palais de marbre. Les carrières de travertin ont fait de Rome la plus belle ville du monde ancien; celles de calcaire grossier et de gypse font de Paris l'une des plus agréables du monde moderne;... et cette influence du sol local s'étend à des choses bien autrement élevées.

« A l'abri des petites chaînes calcaires inégales, ramifiées, abondantes en sources, qui coupent l'Italie et la Grèce; dans ces charmants vallons riches de tous les produits de la nature vivante, germent la philosophie et les arts; c'est là que l'espèce humaine a vu naître les génies dont elle s'honore le plus, tandis que les vastes plaines sablonneuses de la Tartarie et de l'Afrique retinrent toujours leurs habitants à l'état de pasteurs errants et farouches.

« Dans un pays où les lois, le langage sont les mêmes, un voyageur exercé devine par les habitudes du peuple, par les apparences de ses demeures et de ses vêtements, la constitution du sol de chaque canton, comme, d'après cette constitution, le minéralogiste philosophe devine les mœurs et le degré d'aisance et d'instruction. Nos départements granitiques produisent sur tous les usages de la vie humaine d'autres effets que les calcaires; on ne se logera, on ne se nourrira, le peuple ne pensera jamais, en Limousin ou en Basse Bretagne, comme en Champagne ou en Normandie. Il n'est pas jusqu'aux résultats de la conscription qui n'aient été différents et différents d'une manière fixe, sur les différents sols » (1).

I criterî desunti dalla natura e dalla genesi del terreno dovranno perciò essere considerati come i fondamentali per la classificazione geografica delle regioni, solo che nella determinazione di questa bisognerà ben guardarsi dal procedere con vedute esclusive ed unilaterali, ed ammettere invece anche l'intervento di altri criterî, quali quelli riflettenti le condizioni idrografiche, di vegetazione ed antropogeografiche che, quantunque ai primi subordinati, possono in taluni casi assumere importanza capitale; come pure si dovrà molte volte fare larga parte ai criterî desunti dai fatti climatologici, che devono fino ad un certo punto considerarsi come indipendenti dalla natura e dai fenomeni di genesi del terreno.

Del resto sulla scelta dei criterî da adottarsi influisce non poco lo scopo pel quale la classificazione viene fatta. Così noi dovendo procedere ad una classificazione geografico-militare, informata al principio fondamentale della guerra, quello cioè dell'azione in massa, daremo

---

(1) Citato dal Niox, *Géographie militaire — I. P. Introduction. Notions de géologie, de climatologie et d'ethnographie.* Paris 1886 (cnfr.: pagg. 3 e 4).

sempre la precedenza a quei criterî che si desumono dai fatti che ostacolano od agevolano tale azione. Da ciò deriva una prima e generale divisione delle regioni in *montuose* e *pianeggianti*, essendo in massima le prime le meno favorevoli, e le seconde le più favorevoli all'azione delle grandi masse.

Fatta questa prima e generale divisione, si vede però che ciascuna di queste classi presenta condizioni strategiche, logistiche e tattiche assai varie, per cui occorre procedere ad ulteriori suddivisioni che valgano a caratterizzare i diversi tipi delle due classi.

E qui, tenendo conto dei concetti suesposti, noi applicheremo volta per volta i diversi criterî, dando in massima la precedenza a quelli riflettenti la natura e la genesi del terreno; e dovendo specificare i tipi delle regioni geografiche ed adottare una nomenclatura semplice e concisa che serva alla loro designazione, useremo di preferenza i termini indicanti la natura litologica od i fatti genetici, e fra i due preferiremo generalmente i primi, poichè, come si è detto a proposito della classificazione morfologica delle montagne (v. p. 158), il criterio litologico comprende in sè di frequente anche il genetico, ed oltre a ciò esso è quello che meglio si rispecchia, non solo nelle forme, ma anche negli altri caratteri geografici.

Nelle regioni montuose, le rocce, per la loro diversa natura e struttura, si saranno comportate diversamente sotto l'azione dislocatrice delle forze interne e sotto quella modellatrice delle esterne, avranno lasciato più o meno penetrare le acque nel sottosuolo, avranno dato col loro sfacelo terreni diversamente atti alla vegetazione, ed offerto condizioni più o meno propizie per l'adattamento del suolo ai bisogni dell'uomo. Da ciò una varietà di forme, di caratteri, di condizioni di vita e conseguentemente un diverso modo di combattere, di marciare e di sostare, che ci induce a distinguere le regioni montuose in tipi, i quali potranno essere, con sufficente precisione, caratterizzati dalle masse rocciose in essi predominanti.

Nelle regioni pianeggianti avremo pure varietà di caratteri geografici e conseguente diversità di condizioni militari; ma qui, non trovandoci più in presenza di masse rocciose, bensì di prodotti della loro decomposizione, la differenziazione litologica avrà minore importanza, e converrà invece ricorrere di frequente al criterio genetico, come quello che in questo caso ha maggior influenza nella determinazione dei caratteri geografici della regione.

Premessi questi concetti, noi non esporremo qui una completa classificazione sistematica delle regioni geografiche, ma ci limiteremo, riassumendo i nostri studî analitici, a dare dei tipi di regioni, il di cui delineamento possa servire agli scopi indicati in principio di

questo capitolo, e valere quale modesto contributo alla trattazione metodica di una questione vasta e complessa, che la moderna geografia non ha peranco tentato (1).

2. Tipi di regioni montuose.

A) *Regioni di rocce granitiche e granitoidi.* — Forme maestose nell'alta montagna: a denti, picchi, aguglie arditissime, specialmente quando i banchi rocciosi sono fortemente raddrizzati (Monte Bianco). Forme tondeggianti nella bassa montagna (Isola della Maddalena). Pendìi ripidi, lacerati da burroni intercettanti la praticabilità. Frane di grossi blocchi (v. per termini speciali nelle Alpi piemontesi, pag. 72). Valli spesso ampie, con fondo pianeggiante, molto percorribili.

Rocce impermeabili, ma che per il loro facile disgregarsi superficiale, danno luogo a piccole sorgenti, non perenni, per sottili veli acquiferi affioranti sotto i mantelli detritici, qua e là ricoprenti la nuda roccia; talvolta qualche grossa sorgente, in corrispondenza di fratture sottostanti alle nevi ed ai ghiacciai.

Vegetazione in basso: a boschi, quando i pendìi sono ripidi; a campi di cereali, lungo i fianchi dolcemente inclinati. In alto: arbusti, magri pascoli, o nuda roccia, parzialmente ricoperta di muschi e licheni.

Paesi poveri; popolazione rada e sparpagliata a piccoli gruppi, ove meno dure sono le condizioni di vita; generalmente dedita alla pastorizia, talvolta all'industria mineraria, nel qual caso trovasi accentrata in gruppi presso alle cave od alle miniere. Abitazioni piccole, in legno o di grosse pietre, per lo più senza calce. Viabilità scarsa, limitata al fondo delle valli od ai terrazzi dei fianchi; strade piuttosto buone, talvolta a fondo mobile per predominio di elementi silicei; frequenti manufatti stradali: ponti, parafrane, paravalanghe, ecc.; facili le interruzioni stradali.

B) *Regioni di rocce scistose cristalline.* — Forme a masse compatte con dorsali spianate (Assietta); talvolta configurazione ad altipiano (Altipiano renano). Fianchi scoscesi, interrotti da ripiani, e frequenti burroni.

---

(1) Accenni intorno a tale questione possono trovarsi nelle opere del Ratzel (*Anthropogeographie* ecc., già cit., cnfr.: II. § 13; *Politische Geographie*, già cit., cnfr.: Cap. 7°, *Das Naturgebiet*), e nelle sottoindicate pubblicazioni, benchè in esse si consideri la regione specialmente nel suo aspetto esteriore complessivo che dicesi *paesaggio:*

Oppel, *Landschaftskunde.* Breslau 1884.

Wimmer, *Historische Landschaftskunde.* Innsbruck 1885.

Porena, *Il paesaggio nella geografia.* Roma 1892.

Terreni impermeabili; penetrazione delle acque attraverso i piani di stratificazione e di scistosità, producente talvolta scorrimento di masse lungo i fianchi. Nei frequenti burroni, ristagno di acque.

Vegetazione poverissima: boscaglie in basso, arbusti e magri pascoli in alto.

Popolazione rada e povera; viabilità ristretta e poca praticabilità lungo i pendìi, in causa di frequenti burroni, però quando i pendìi sono uniti e ricoperti di detrito, generalmente tenace ed elastico, il terreno fuori delle strade è facilmente percorribile; la praticabilità è massima lungo i dossi e sui ripiani, ove corrono generalmente le strade.

C) *Regioni di rocce calcari cristalline e di rocce dolomitiche.* — Forme stecchite, specialmente quando gli strati sono potentemente raddrizzati; linee di cresta fortemente addentellate, picchi ed aguglie, sorgenti su valli profonde e tra valichi frequenti, spesso angusti e fortemente incassati. Fianchi a balze ripidissime, talvolta verticali, raccordantisi fra di loro e col fondo delle valli, mediante ammassi di sfasciume detritico.

Terreno fessurato, idrovoro; le acque inghiottite ripullulano in basso, sul fondo delle valli, in grosse sorgenti, irregolarmente distribuite.

Vegetazione povera in alto, rigogliosa sul fondo delle valli, ammantate da fitti boschi e da verdeggianti pascoli.

Popolazione accentrata sul fondo delle valli, dedita alla pastorizia ed alle piccole industrie. Viabilità difficile in alto, malgrado la frequenza dei valichi, facilmente difendibili; ottime strade in basso (Cadore, v. per termini speciali pag. 167).

D) *Regioni di rocce calcari compatte.* — Forme tozze, tabulari, contornate da balze da ogni parte, o terminanti a balze da un lato e con dolce pendìo dall'altra. Hanno, del resto, caratteri poco dissimili dalle precedenti, ma presentano una varietà caratteristica colla configurazione, assai frequente, ad altipiano, nel qual caso costituiscono speciali regioni, che essendo tipicamente rappresentate dal Carso, prendono il nome di *regioni carsiche.*

Le regioni carsiche (1) sono generalmente costituite da tavolati la di cui superficie presenta una configurazione disordinata di masse petrose caoticamente disposte; di cordoni d'alture irte di punte, intrecciantisi in ogni senso, di conche, di valli, di voragini (v. per termini speciali pag. 88).

---

(1) Il termine *Carso* (ted. = *Karst;* slavo = *Gabrek*) deriva probabilmente dalla voce celtica *Kar* = sasso, caratterizzante l'aspetto e la natura della regione.

Il terreno è calcare, generalmente compatto, bianco-grigiastro, profondamente fessurato, cavernoso ed eminentemente idrovoro.

Su questi tavolati l'acqua manca in modo assoluto; inghiottita dal terreno, essa circola nel sottosuolo dando luogo ad una rete idrografica capricciosa, ora superficiale ed ora sotterranea, di fiumi scomparenti e ricomparenti e di bacini lacustri alternativamente ripieni d'acqua ed asciutti. L'acqua irradiandosi nel sottosuolo, vi scava numerose ed ampie caverne, che costituiscono un paesaggio sotterraneo ancora più tetramente caratteristico del superficiale.

A desolare queste regioni di altopiano concorre spesso, coll'asprezza del suolo e la mancanza d'acqua superficiale, l'imperversare del vento, come nel Carso la *bora* e negli altipiani di Provenza il *mistral*.

La natura del terreno, combinata colla sua aridità, rende la superficie di questi altipiani sterile; la vegetazione, e con essa le abitazioni, si raccoglie sul fondo degli avvallamenti, dove il suolo è generalmente ricoperto di un terriccio vegetale rossiccio, detto comunemente *terra rossa* (1), dove risorgono talvolta abbondanti le acque e dove si può trovare riparo dai venti.

In complesso le regioni degli altipiani carsici, quantunque poco elevate, costituiscono per l'asprezza e frastagliamento del terreno, paesi di non facile praticabilità tattica, ma più ancora di difficile praticabilità logistica per il tortuoso sviluppo delle strade, per la localizzazione delle acque, per la irregolare distribuzione della popolazione, per la povertà di risorse, ed in alcuni casi per l'azione dei venti (Carso (2); Altipiani di Provenza e Causses in Francia, ecc.).

E) *Regioni di rocce calcari poco compatte.* — Presentano, nelle zone corrugate, il caratteristico ordinamento della montagna a lunghe pieghe parallele, colle miti forme a cupola, i fianchi ricolmi, le facili valli longitudinali, di quando in quando fra di loro comunicanti attraverso le pieghe, per mezzo di brevi valli di chiusa.

Negli altri loro caratteri geografici si rispecchia, con diversa intensità, la fisonomia comune a tutti i paesi calcari, benchè qui meno profondi e più larghi siano i solchi tracciati dall'erosione, e meno

---

(1) La formazione della *terra rossa*, pare debba attribuirsi alla soluzione del carbonato di calce, che lascia come residuo alcuni sali ferrici o ferrosi, trasformantisi in detrito rossiccio, per effetto della loro ossidazione ed idratazione. Vedasi a questo riguardo:

TARAMELLI, *Dell'origine della terra rossa sugli affioramenti di suolo calcare.* Atti del R. Istituto lombardo 1880.

(2) HÖTZENDORF, *Einiges über den süd-hercegovinischen Karst in militärischer Hinsicht.* Wien 1882.

spiccato sia il contrasto fra le parti elevate e le basse della regione (Alcune parti dell'Appennino centrale e del Giura) (1).

F) *Regioni di arenarie.* — Nel caso di arenarie compatte: dorsali piatte, cocuzzoli tondeggianti, fianchi degradanti a dolci pendìi; in complesso superficie piuttosto flessuose, con linee di vetta e linee d'impluvio a profilo curvilineo uniforme, senza spezzature nè salti (Molte parti dell'Appennino).

Nelle arenarie leggermente cementate, l'azione erosiva delle acque dà in alcuni casi luogo a forme di torri, piramidi, colonne, ecc., coi fianchi fortemente sgretolati (Sassonia, Laterina in Val d'Arno). Nelle sabbie sciolte si hanno superficie eminentemente flessuose e fianchi continuamente franosi.

Permeabilità variabile a seconda della compattezza, generalmente risorgenze uniformemente distribuite lungo i fianchi e sul fondo delle valli.

Vegetazione diversa, a seconda della diversa natura degli elementi costituenti; predominio di boschi e di coltivazione a vigneti.

Popolazione e comunicazioni generalmente in alto, queste rappresentate da buone strade, per quanto con fondo piuttosto mobile, se la silice non è unita ad altri elementi.

Una varietà di tali regioni, assai comune in Italia (Molte parti del Subappennino; Astigiano; Campobasso, ecc.) e che segna il passaggio alle regioni di argille e marne, è quella costituita dalle sabbie argillose (*sabbie gialle, plioceniche*), depositate dal mare nei punti delle attuali terre, per ultimo abbandonate. Queste regioni, quando dislocate, presentano forme flessuose e franose poco dissimili dalle ora dette; quando non dislocate, assumono la fisonomia del pianoro, che l'azione erosiva delle acque ha trasformato in una zona collinosa labirintiforme, scavandovi sinuose vallette, fra le quali i rilievi serpeggiano come tortuose lame.

Il terreno è piuttosto permeabile, e l'affioramento delle sorgenti si verifica regolarmente sui fianchi o sul fondo delle valli, lungo le linee di contatto coi sottostanti strati di argille e marne (*argille e marne azzurre, plioceniche*).

Grande sviluppo di coltivazione a vigneti, con disposizione a filari secondo le curve di livello, il che intralcia notevolmente l'accessibilità dei rilievi.

Popolazione sparsa lungo le dorsali, comunicazioni mediocri, sempre sull'alto.

G) *Regioni di rocce argillose e marnose.* — Dorsali sinuose, fianchi instabili, frequenti le lavine e gli smottamenti. Valli anguste,

(1) CLERC, *Ètudes de géologie militaire. Le Jura.* Paris 1888.

ristrette alle sole linee d'impluvio. Variabilità nei profili dei rilievi: più accentuati nelle argille, meno sentiti nelle marne, le quali, quando abbondano di elementi calcari, tendono alle forme dei calcari poco compatti.

Terreni impermeabili, dorsali e pendìi aridi, fondi di valle acquitrinosi.

Sterilità naturale massima colle argille pure, minore coll'intervento di altri elementi e nelle marne. Suscettibilità di forte produzione, specialmente in cereali, mediante intensità di lavoro e di concimazione.

Paesi nelle loro condizioni naturali poveri, popolazione accentrata in alto, dove i villaggi si allungano sulle dorsali. Strade correnti tortuosamente lungo le stesse, cosicchè a distanze geometricamente brevi, corrispondono distanze logisticamente lunghe per sviluppo stradale e continui dislivelli, richiedenti di frequente trapeli al traino. Fondo delle strade fangoso colle pioggie, mobile e polveroso nei periodi di siccità. Frequenti i manufatti stradali e specialmente le gallerie ed i parafrane. Limitatissima, nei periodi di pioggia, la praticabilità del terreno fuori dalle strade anche alla fanteria, per l'instabilità dei pendìi e per l'aderenza della melma ai piedi (Appennino emiliano).

H) *Regioni di rocce vulcaniche.* — Forme isolate a cupola, a domo, a cono, a tronco di cono, ecc., ricordanti l'apparecchio vulcanico, anche dove esso più non esiste. Sommità pianeggianti; fianchi degradanti con pendìo uniformemente decrescente, spesso interrotti da colate laviche sovrapponentesi a gradini con balze frazionate in colonnati, talvolta coperti per estesi tratti da campi di scorie difficilmente praticabili, non di rado rotti dall'aprirsi di crateri secondari, quasi sempre solcati da vallicelle di erosione, disposte secondo le linee di massima pendenza, e con profondità crescenti della cima alla base della montagna.

Permeabilità aumentante sempre dal centro alla periferia, e risorgenza di acque al piede della base tufacea, dove essa s'imposta su terreni impermeabili. Di frequente raccolte d'acqua in alto e sui fianchi, quando vi si aprirono spiragli di eruzione ora estinti (*laghi craterici*).

Vegetazione a boschi in alto sul fondo degli antichi crateri; terreno spoglio lungo i compatti fianchi lavici; grande fertilità alla base, specialmente se i tufi non sono troppo fortemente cementati. Talvolta la compattezza delle lave viene ridotta, mediante scassatura artificiale del terreno, ed in Sicilia per mezzo di piantagioni di fichi d'India; in tali casi, i pendìi della montagna si prestano ad intensa coltivazione e specialmente alla viticoltura (Etna).

Popolazione accentrata alle falde della montagna; facile praticabilità in alto, rete stradale irradiante lungo i fianchi verso la linea di falda, dove la circolazione è limitata dai profondi burroni. Buone strade (Vulcani Sabbatini, Monti Albani, Roccamonfina, Campi Flegrei, ecc.).

3. Tipi di regioni pianeggianti.

A) *Regioni di alta pianura.* — Costituite da un complesso di formazioni di trasporto, situate agli sbocchi delle valli in piano, e che sovrapponendosi ed intrecciandosi fra di loro, rappresentano nel loro insieme la zona di raccordamento fra la montagna e la piatta pianura. Gli elementi costitutivi di tale zona possono così distinguersi:

a) Conoidi ben apparenti, presentanti cioè la configurazione tipica della conoide, non schiacciata dall'espansione glaciale, nè coperta da formazioni moreniche; generalmente squarciata dalla corrente in due o più pianori terrazzati (Conoide della Stura di Lanzo) (v. per morfologia, pagg. 94 e segg.);

b) Conoidi depresse, cosicchè appena appariscente è il loro rilievo, leggermente inciso dalle correnti (in corrispondenza di alcuni sbocchi ampi delle valli alpine ed appenniniche nella valle del Po);

c) Collinette e pianori, lembi di antiche conoidi, dilaniate dalle correnti (Pianori di Romagnano allo sbocco della Sesia); talvolta sorgenti isolati sulla piatta pianura (Novara);

d) Anfiteatri morenici, regioni collinose dalla tipica forma a cordoni di alture concentrici (Regioni collinose di Rivoli, d'Ivrea, della Francia corta allo sbocco del Lago d'Iseo, del Garda (1), di San Daniele allo sbocco del Tagliamento) (v. per morfologia, pagine 84 e 85).

e) Zone moreniche, ossia zone collinose variamente confuse, sia per circostanze che accompagnarono l'azione costruttrice del ghiacciaio, sia per successiva azione distruggitrice delle acque (Regione collinosa dalla riva destra del Ticino alla riva sinistra dell'Adda).

Malgrado le varietà delle forme dovute alla diversa genesi, la varietà della natura dei terreni dipendente da quella delle diverse valli d'origine, questi elementi presentano un certo numero di caratteri geografici comuni e costanti, per cui possono coordinarsi in una ben distinta regione geografica, detta appunto di alta pianura.

Esse presentano infatti sempre la configurazione di aggruppamenti collinosi o di pianori, considerevolmente elevati sul livello attuale dei corsi d'acqua, i quali corrono in alvei profondi, accompagnati da

---

(1) ALBRICCI, *L'anfiteatro morenico del lago di Garda. Descrizione geografico-militare.* Rivista militare italiana 1897.

terrazzi, talora multipli, aumentanti in modo singolare il valore tattico delle correnti.

I loro terreni sono generalmente permeabili, vi ha perciò scarsezza d'acqua alla superficie e notevole profondità nei veli acquiferi. Il suolo arido presenta in molti punti la squallida vegetazione del gerbido (*vaude*, *baraggie*, *brughiere*, *groane*, ecc., nella valle del Po), a meno che l'azione dell'uomo sia intervenuta a trasformare le condizioni naturali coll'intenso lavoro, ed in questo caso predominano le coltivazioni asciutte di cereali, di piante industriali, con fitta alberatura (gelsi nella valle del Po).

Dipendentemente dalle condizioni di vegetazione, la popolazione è scarsa nei tratti a gerbido, fitta e sparpagliata per la campagna nelle zone coltivate. Abitati piccoli, in massima parte di laterizî. Rete stradale con orientamento a ventaglio, irradiante dallo sbocco delle valli verso il piano; condizioni delle strade varie, dipendentemente dalla natura dei terreni delle valli d'origine (Alta pianura della valle del Po (1)).

B) *Regioni di bassa pianura.* — Sono regioni generalmente formatesi per azione di alluvionamento o di espandimento vulcanico, e che quando littoranee, risentono nella loro configurazione fortemente l'azione del mare e dei venti. Da ciò l'opportunità di una classificazione generale in *regioni di pianure alluvionali*, *di pianure vulcaniche e di pianure littoranee.*

a) *Regioni di pianure alluvionali.* — Si stendono ai piedi delle regioni di alta pianura, insinuandosi fra i loro diversi elementi costitutivi. La divisione fra le due regioni, di alta e bassa pianura, è generalmente abbastanza bene segnata dalla *linea delle acque risorgenti* (v. pag. 237).

Il terreno è quasi piatto ed uniforme, le correnti fluiscono a fior di terra, si hanno abbondanti e poco profondi veli acquiferi, facile è l'estrazione dell'acqua dal suolo (*fontanili* nella valle del Po), e frequenti sono i canali agricoli.

Da ciò un predominio di coltivazioni irrigue, rappresentate da estese praterie artificiali (*marcite* nel Milanese), e da risaie, circondate da fossi e canali, le cui rive sono fiancheggiate da alberi di alto fusto.

La popolazione è densa ed agglomerata in grossi centri agricoli, qua e là per la campagna trovansi però grandi masserie con ampie stalle e fienili.

---

(1) Scuola di guerra, *Corso di geografia militare. Miscellanea.* Torino 1888-89 (cnfr.: *Pianura padana. Nota sulla sua orografia*).

Gratzer, *Genesi e morfologia della pianura padana secondo studi recenti.* Trieste 1897.

La rete stradale è fitta, dipendentemente dalle condizioni economiche della regione e specialmente dal fatto che generalmente essa è sede di grandi centri di popolazione. La praticabilità del terreno è però in massima limitata alle strade, che non presentano buone condizioni naturali di fondo [Bassa pianura della valle del Po (1)].

b) Regioni di pianure vulcaniche. — Sono generalmente costituite da materiali vulcanici detritici. Quando questi sono fortemente cementati in tufi, allora tali regioni presentano superficie fortemente incisa dalle acque correnti, con praticabilità limitata dalla direzione delle stesse (Lazio); quando i detriti vulcanici, o per la loro natura o per il frequente succedersi delle espansioni, non sono fortemente cementati, si hanno forme molli, ondulate, incise da leggieri solchi.

I veli acquiferi trovansi al disotto dei tufi e sopra il terreno sul quale è avvenuto l'espandimento del materiale vulcanico. Nei solchi tracciati dalle correnti s'incontrano di frequente le linee di risorgenze, regolarmente disposte.

Terre fertili, specialmente quando non troppo compatte; si prestano a qualsiasi vegetazione, ottime pei cereali.

Paesi generalmente popolati, rete stradale fitta e con buone condizioni naturali di fondo (Campania).

c) Regioni di pianure littoranee. — Lungo la costa del mare, dove minima è la pendenza del terreno, abbondanti sono i depositi delle correnti, e dove il vento, le onde, le maree e le correnti marine, coi loro depositi, rialzano la costa ed impediscono il libero deflusso delle acque, abbiamo regioni talvolta coperte di colline sabbiose; tal'altra paludose, vallive, lagunari; in alcuni casi chiuse da argini e dighe, che proteggono la loro trasformazione in terre coltivate dall'espandersi dei fiumi e delle irruzioni del mare.

Da questa diversità di caratteri nasce la distinzione in *regioni di dune, regioni maremmane e regioni di polders.*

Le regioni di dune presentano l'aspetto di zone collinose dai rilievi flessuosi e mobili, rassomiglianti alle onde del mare agitato dal vento, ed assumenti generalmente disposizioni a linee parallele, sinuose ed in massima convesse verso il mare (v. pag. 70). In esse le acque, arrestate nel loro deflusso, stagnano sul fondo delle vallicelle. La vegetazione naturale è quasi nulla o poverissima; quando interviene l'azione dell'uomo, è generalmente rappresentata da boschi di conifere. Mancano le strade e rade sono le abitazioni, riducentisi lungo la costa del mare a casolari di pescatori (Coste della Toscana, del Lazio e della Romagna).

---

(1) SCUOLA DI GUERRA, op. cit.
GRATZER, op. cit.

Le regioni maremmane sono caratterizzate dall'estesa copertura di acque, generalmente variabile colla stagione. Sono paesi poveri, disabitati, dove la praticabilità è ridotta alle strade correnti sugli argini e l'abitabilità è limitata, oltre che dalla mancanza di spazio, dalla malaria (Maremme della Toscana, Paludi pontine, Valli di Comacchio, Lagune venete, ecc.).

Le regioni di polders sono rappresentate da pianure di livello inferiore a quello dell'alta marea, protette dai fiumi mediante argini, dal mare per mezzo di dighe, cosicchè il terreno assume nel suo complesso l'aspetto di una grande scacchiera. Numerosi canali raccolgono le acque dell'interno, ed il loro deflusso verso il mare ha luogo durante la bassa marea ed è regolato per mezzo di chiuse. In alcuni punti le acque vengono innalzate artificialmente (generalmente con macchine idrovore; in Olanda coi mulini a vento) e scaricate in canali pensili.

Il terreno è mediante una serie di trasformazioni (v. pag. 122) ridotto a coltura, generalmente irrigua. Predominano le praterie artificiali, per cui molto sviluppato è generalmente l'allevamento del bestiame. Frequenti ed estese sono le zone torbose.

Gli abitati e la viabilità è pressochè limitata agli argini (Fiandra, Provincia di Anversa, Paesi Bassi; in Italia alcune parti bonificate del Ferrarese).

4. Caratteri delle operazioni di guerra nelle diverse regioni geografiche. — L'individualità della regione geografica si riflette, in modo assai evidente, nel campo delle operazioni militari. Infatti, diverse essendo le condizioni sostanziali degli elementi geografici che concorrono a determinare la fisonomia delle regioni, diverso sarà in ciascuna di esse il modo di marciare, di stazionare, di vivere e di combattere delle truppe operanti. In ogni regione cioè le operazioni militari presenteranno caratteri proprî e speciali.

Noi qui, riassumendo gli apprezzamenti analitici che siamo venuti facendo, esporremo sommariamente tali caratteri, in quanto essi possono dipendere dagli elementi geografici, rinviando per un più completo studio dell'argomento a quelle opere speciali, che considerano il problema sotto tutti i suoi diversi aspetti.

Le caratteristiche della guerra nelle regioni montuose (1) sono

---

(1) Ricca è la bibliografia sulla guerra di montagna, ed in essa abbondano recenti scritti di autori italiani. Qui si indicano i principali lavori di carattere teorico:

KÜHNE, *Der Krieg im Hochgebirge.* Berlin 1876.

V. KUHN (trad. dal tedesco di WEIL), *La guerre de montagne.* Paris 1880.

GOIRAN, *Lezioni di geografia militare esposte ai signori ufficiali allievi della*

determinate, come già si è detto, da speciali fatti geografici quali: le forme del terreno, il clima, e le particolari condizioni antropogeografiche, riassumentisi nella scarsezza di comunicazioni, di abitati e di risorse.

Le forme del terreno col loro complessivo ordinamento, quale risulta dalla tettonica della regione, determinano le linee di ostacolo e le linee di facilitazione, le cui funzioni strategiche dipendono dal loro orientamento rispetto alla direzione delle operazioni. Le stesse forme, coi loro particolari, dipendenti dalla natura delle rocce e dai fenomeni di genesi, determinano i caratteri della praticabilità del terreno e quelli delle posizioni di combattimento, e con essi le condizioni logistiche e tattiche della regione (v. pag. 199 e segg.).

Il clima nelle sue diverse manifestazioni, in massima dipendenti dalla latitudine e dall'altitudine, rappresenta una limitazione allo sviluppo delle operazioni logistiche, e può in alcuni casi riuscire di efficace aiuto ad una intraprendente difensiva tattica (v. pag. 304 e segg.).

Le particolari condizioni antropogeografiche riducono, colla scarsezza delle comunicazioni e degli abitati, la potenzialità logistica delle linee di operazione (v. pag. 356), e colla povertà delle risorse tolgono alle operazioni di guerra quel carattere di libertà e speditezza, che è sempre inerente alla possibilità di vivere sul paese. A quest'ultimo riguardo giova osservare che anche nelle regioni montane dove le risorse agricole non mancano in modo assoluto, sarebbe fallace il fare

---

Scuola di guerra. Torino 1880 (cnfr. Cap. V: *Esposizione del metodo per studiare le regioni montane*).

Corsi, *Guerra di montagna. Gli Austriaci nella Bosnia ed Erzegovina nel* 1878. Verona 1880.

Id., *Della guerra di montagna.* Rivista militare italiana, gennaio-febbraio-marzo 1881.

Perrucchetti, *La difesa dello Stato.* Torino 1884 (cnfr. Cap. III, § 1: *L'azione militare nei terreni di montagna*).

Zavattari, *Guerra in montagna.* Rivista militare italiana, gennaio 1884.

Queirazza, *Profondità delle colonne nelle strade di montagna.* Ibid., giugno 1887.

F. L., *Marce e combattimenti in montagna.* Ibid., gennaio 1888.

Giacosa, *Guerra in montagna.* Ibid., luglio 1890.

Massonat, *Appunti sulla guerra di montagna.* Torino 1891.

Ministero della guerra, *Norme generali per l'impiego delle tre armi nel combattimento.* Roma 1891 (cnfr.: *Operazioni in montagna*, pag. 81 e segg.).

Jayet, *Guerre en pays de montagne.* Paris 1891.

Lang, *Specialità della tattica in montagna.* Rivista militare italiana, gennaio 1897.

De Cumis, *Trattato di tattica.* Roma 1898 (cnfr. Parte VIII: *Operazioni in montagna*).

su di esse assegnamento, poichè qui si verifica un fatto che risulta dal contrasto fra l'influenza sulle operazioni di guerra esercitata dal clima e dalle condizioni di vita delle popolazioni montanare. Infatti, anche nelle migliori circostanze, si può ritenere che i prodotti del suolo siano in una regione montana inferiori ai bisogni della sua popolazione, alla quale basteranno in media per sei od otto mesi, dovendosi ricorrere per il resto dell'anno ad importazioni dalla pianura. Ora verso la metà di settembre, epoca dei massimi raccolti in montagna, si troveranno riuniti negli abitati del fondo delle valli: cereali, legumi, foraggi, ecc., per circa sei od otto mesi, e pure sul fondo delle valli si troverà agglomerato il bestiame. A primavera inoltrata, tali prodotti saranno esauriti, incominceranno allora per la popolazione le importazioni dal piano, mentre le greggi saranno avviate ai medî e quindi agli alti pascoli. Da ciò consegue che quando le operazioni militari non trovano in montagna probabilità di sviluppo per le condizioni di clima, sarebbe possibile il fare assegnamento sulle risorse locali; mentre nella buona stagione, quando più facile e più probabile è l'effettuazione di operazioni in montagna, le risorse mancheranno in modo assoluto sul fondo delle valli, generalmente corrispondenti alle linee di marcia dei grossi corpi.

Da questo complesso di circostanze risultano adunque le caratteristiche della guerra di montagna che possiamo così riassumere:

Per la strategia: determinatezza nel disegno delle operazioni; impossibilità di esplorazione strategica con cavalleria; frazionamento delle forze; difficoltà di grandiosi movimenti sia in rapporto allo spazio che al quantitativo delle truppe; condizioni generalmente migliori per il difensore che per l'offensore, poichè se il secondo ha il vantaggio dell'iniziativa strategica, il primo ha quello del possesso delle posizioni, che una ben intesa preparazione può rendere formidabili. Tali condizioni variano sensibilmente da regione a regione, e cause principali di varianti sono l'andamento delle direttrici dei rilievi e la praticabilità strategica della regione, fatti direttamente dipendenti dai fenomeni di genesi, dalla natura dei terreni e dalle condizioni di clima.

Per la logistica: lentezza delle traslazioni e difficoltà di concentramenti, sia in rapporto allo spazio per le stazioni, che al funzionamento dei servizi di retrovia. Anche tali condizioni varieranno nelle diverse regioni col variare degli sviluppi e profili stradali, dell'ampiezza degli spazî pianeggianti, della distribuzione della popolazione, delle risorse economiche, ecc.; fatti tutti che direttamente od indirettamente dipendono dalla tettonica della regione, dalla natura dei suoi terreni, dalle condizioni di clima e dall'azione su di essa esercitata dall'opera dell'uomo.

Per la tattica: predominio del combattimento di posizione, nel quale l'elemento passivo del terreno può essere efficacemente utilizzato a vantaggio dell'azione offensiva delle truppe.

I principali tipi di posizioni in montagna, lungo le linee di marcia, possono ridursi ai tre seguenti:

1° posizioni ai valichi;
2° posizioni nelle valli;
3° posizioni agli sbocchi in piano.

A queste devono ancora aggiungersi le posizioni di fianco alle linee di marcia, rappresentate dai massicci o dalle dorsali praticabili che fra di esse intercedono, o dai terrazzi che si sviluppano parallelamente alle linee del fondo delle valli.

Tutte queste posizioni sono costituite da particolari oggetti topografici, i cui caratteri tattici sono intimamente collegati coi processi di scultura e di modellamento del terreno e col modo di comportarsi delle diverse rocce all'azione delle forze generatrici e trasformatrici delle forme del terreno.

Conchiudendo diremo adunque che le regioni montuose non possono certamente ritenersi come le zone dove si svilupperanno le azioni decisive di una guerra, ma vanno considerate come le migliori barriere per proteggere il paese dalle offese nemiche. L'efficace utilizzazione di tale elemento difensivo richiede però un'accurata predisposizione delle truppe chiamate a combattervi, una ben intesa organizzazione del terreno, ma sopratutto un concetto chiaro, in chi comanda, delle vere condizioni geografiche della regione, che non si può acquistare se non svincolandosi dai preconcetti scolastici, abbandonando i metodi di studio geometrici, e ricorrendo alle leggi naturali, le sole che possano dare la vera interpretazione del terreno.

La caratteristica militare delle regioni pianeggianti dicesi comunemente essere quella di rendere possibile la radunata, lo schieramento, i grandiosi movimenti e l'impiego tattico delle grosse masse. Tali sono infatti le condizioni che alle operazioni militari offrono le estese pianure scoperte, unite e ricche, ma pianure così fatte rappresentano solo una specie, e non la più comune, delle regioni pianeggianti; mentre altre ve ne sono, aventi caratteri sensibilmente diversi dai sopradetti, e che perciò presenteranno differenti condizioni allo sviluppo dell'azione militare.

Però, mentre nelle regioni montuose, fra le molteplici cause di variazione, ve ne ha una predominante, che serve a ben specificare i diversi tipi ed i loro caratteri militari, quella cioè delle forme e natura del terreno, nelle regioni pianeggianti, dove le condizioni orografiche hanno importanza secondaria, le cause di variazione si moltiplicano e s'intrecciano, nè facile riesce il discernere quale fra di esse eserciti

un'azione predominante nella determinazione del tipo della regione, e valga a stabilire la sua caratteristica militare.

Così di fronte alle regioni che la mancanza o la povertà di vegetazione rende aperte alle manovre e dove trovano impiego le grandi masse di cavalleria e d'artiglieria, abbiamo quelle regioni dove la fitta vegetazione e l'intensa coltivazione creano ostacoli ai movimenti, agli spiegamenti ed all'impiego efficace del fuoco a grandi distanze. Così, parallelamente alle estese regioni deserte dell'Africa equatoriale, dell'Asia e dell'America meridionale, dove le grandi operazioni di guerra sono rese difficili dall'aridità del suolo, dalla mancanza di strade, dall'assenza di risorse, dalle condizioni del clima, ecc., abbiamo le regioni maremmane, vallive, palustri, lagunari, ecc., nelle quali l'eccesso delle acque limita la praticabilità logistica e tattica del terreno.

E fra questi diversi tipi di regioni pianeggianti, che rappresentano gli estremi opposti di una scala, abbiamo una serie di regioni aventi caratteri promiscui e confusi, e molte volte accade che in spazî relativamente limitati, come, ad esempio, nella valle del Po, una stessa regione muti più volte aspetto, estendendosi dapprima con brulli gerbidi, alternati con fitte boscaglie, sminuzzandosi poi in vigneti e campi, coperti di fitta alberatura, ai quali succedono le larghe praterie irrigue e le ampie risaie, che sfumano più a valle in terreni acquitrinosi, dove la vegetazione intristisce e domina intensa la malaria.

Da ciò si vede come lo stabilire caratteristiche generali per le operazioni di guerra nelle regioni pianeggianti riesca cosa assai difficile, e come, per non cadere in astrazioni teoriche, convenga qui rifuggire dalle generalizzazioni e localizzare gli studî (1).

---

(1) Per lo studio delle operazioni di guerra nelle regioni pianeggianti consultisi:

PIANELL, *Le grandi manovre nel* 1878. Rivista militare italiana, gennaio 1879.

CORSI, *Combattimenti attorno a Le Mans.* Italia militare, 16 novembre 1880, nº 137.

GOIRAN, *Lezioni di geografia militare, ecc.*, già cit. (cnfr. Cap. VII: *Esposizione del metodo per studiare le zone pianeggianti*).

PERRUCCHETTI, *La difesa dello Stato*, già cit. (cnfr. Cap. III, § II: *L'azione militare nei terreni di pianura*).

MINISTERO DELLA GUERRA, *Norme generali per l'impiego delle tre armi nel combattimento*, già cit. (cnfr.: *Combattimenti nei boschi e nei terreni fortemente coperti*, pag. 62 e segg.).

DE CUMIS, *Trattato di tattica*, già cit. (cnfr. Parte VII: *La battaglia;* Cap. V: *La battaglia ed il terreno. — Cenni storici. — Alcune applicazioni a terreni italiani*).

Così noi limitandoci alle regioni pianeggianti del nostro paese, potremo dire che in esse le operazioni di guerra assumeranno caratteri diversi, a seconda che si tratti delle regioni di alta o di bassa pianura della valle Po, delle regioni pianeggianti vulcaniche e delle regioni littoranee.

Nelle regioni di alta pianura della valle del Po (*regioni moreniche e di conoidi*) avremo, in corrispondenza delle zone incolte (*vaude*, *baragge*, *brughiere*, *groane*, ecc.), terreni dove le tre armi si armonizzano nel loro impiego tattico, trovando ciascuna il proprio campo d'azione, dove utile impiego ha la cavalleria in massa e sono possibili i concentramenti di numerose batterie; ma dove la capacità di stazione, specialmente per le armi a cavallo, è limitata dalla scarsezza d'acqua e di abitati. In corrispondenza delle zone coltivate troveremo invece terreni coperti di fitta e bassa alberatura di gelsi, intersecati da siepi, nei quali la sola fanteria trova impiego veramente efficace, mentre l'artiglieria ha campi di tiro limitatissimi e la cavalleria è obbligata a caricare in colonna sulle strade od a stormi attraverso l'oscura campagna; in tali terreni le condizioni logistiche saranno ottime per le marce, poco buone per gli accampamenti, stante la scarsità dell'acqua, cattive per gli accantonamenti delle armi a cavallo, stante l'angustia dei fabbricati.

Nelle regioni delle basse pianure del Po aumentano le difficoltà tattiche; qui anche la fanteria non può sempre uscire dalle strade, ed i frequenti fossi ed i larghi canali costituiscono, anche per essa, ostacoli considerevoli, talvolta insuperabili, senza mezzi speciali; mentre i fitti ed alti filari d'alberi intercettano la vista e limitano il campo di tiro anche alla fucileria. Condizioni un po' migliori si potranno tuttavia verificare in tali regioni nella stagione invernale, quando, non essendo le risaie ricoperte d'acqua ed essendo l'alberatura spoglia di fogliame, il terreno diventa accessibile e la vista può spaziare per tratti relativamente estesi. Dal punto di vista logistico si avranno anche qui buone condizioni per le marce; cattive per gli accampamenti, per mancanza di spazio; buone per gli accantonamenti, anche delle armi a cavallo, stante la frequenza di grandiosi casolari con ampie stalle e fienili.

Nelle regioni pianeggianti vulcaniche, quando costituite di tufi fortemente cementati e quindi povera è la vegetazione, si ripetono le condizioni delle alte pianure incolte, salvo una minor praticabilità del terreno, dovuta alla frequenza dei burroni incisi dalle acque. Quando il terreno è detritico e quindi intensa è la coltivazione, si hanno invece condizioni poco dissimili da quelle delle alte pianure coltivate.

Nelle regioni pianeggianti littoranee bonificate od in via di bonifica, si accentuano i caratteri delle basse pianure irrigue, con una

maggior limitazione nella praticabilità del terreno, dovendo l'impiego delle truppe essere molte volte ristretto agli argini, dove il numero non ha più che valore secondario (battaglia d'Arcole). Delle regioni maremmane, lagunari, vallive, ecc., non vale la pena di parlare, non potendo esse costituire il campo d'azione di operazioni militari di una certa importanza. Quanto alle regioni di dune, la di cui estensione è però assai limitata in Italia, si può dire che in esse si avranno le stesse condizioni che nelle pianure incolte, salvo una minore praticabilità del terreno, stante la sua mobilità, ed il fatto dell'esistenza in esse di zone boscose, che sempre costituiscono appigli tattici importantissimi (v. pag. 319).

Un elemento geografico che però in tutte le specie di regioni pianeggianti conserva ognora un grande valore, è quello delle correnti acquee superficiali, le quali rappresentano uno dei principali determinanti delle proprietà strategiche, logistiche e tattiche di tali regioni, e la di cui importanza è oggidì grandemente aumentata, stante la possibilità che i grossi eserciti odierni hanno d'occupare fronti assai estese. Tuttavia anche tale elemento offrirà condizioni molto diverse, ed a noi ben note, a seconda che la corrente inciderà regioni di alta pianura o regioni vulcaniche, o vagherà per regioni di piatta pianura, od infine correrà arginata alla sua foce, attraversando la bassa pianura.

Conchiudendo diremo adunque che le caratteristiche della guerra nelle regioni pianeggianti sono assai varie, come vario è il loro aspetto; ma soggiungeremo che anche qui la fisonomia delle regioni risulterà semplice ed evidente, anche qui facile sarà il farsene una idea chiara e sintetica, l'afferrarne ed apprezzarne i caratteri militari, quando si sappia ordinare l'apparente caos dei molteplici elementi che le costituiscono intorno ad un principio unico, quello delle loro cause.

ORDINAMENTO
DI UNO STUDIO GEOGRAFICO-MILITARE

1. Necessità di un metodo nell'ordinamento di uno studio geografico-militare. — Nello studio geografico di una zona di territorio, per poco ch'essa sia estesa e complessa, la scelta preliminare di un metodo d'ordinamento è sempre consigliabile, poichè esso offre una traccia razionale, ben ponderata e basata sull'esperienza, per stabilire l'ordine e la successione dei suoi molteplici elementi, ed oltre a ciò serve a precisare i concetti e le espressioni, e provvede ad una ben intesa economia del lavoro, evitando le ommissioni e ponendo argine alle divagazioni.

Ora se un metodo d'ordinamento può ritenersi consigliabile per uno studio di geografia generale, esso va considerato come necessario per uno studio geografico-militare.

Infatti, da quanto noi abbiamo veduto, tali studî, per quanto si aggirino intorno ad un numero piuttosto limitato di elementi geografici, sono obbligati ad addentrarsi in molti particolari, la dimenticanza o l'incompleta trattazione di uno dei quali darebbe luogo a lacune pericolose, mentre l'aggiunta ad essi di altri non necessari costituirebbe una superflua complicazione.

Ora per chi non abbia innanzi a sè una guida ben tracciata e sicura, è facile cadere in qualche ommissione od almeno non dare il voluto sviluppo all'esame di alcuni elementi, ma è ancora più facile lasciarsi trascinare ad inutili divagazioni, cosicchè egli sarebbe portato, in ambo i casi, a formulare non ben giustificati apprezzamenti.

Oltre a ciò un metodo uniforme di trattazione non solo vale a stabilire una terminologia convenzionale che facilita l'interpretazione di tali studî, ma quando essi sono assai lunghi e diffusi, ne rende in pratica più agevole il consulto, che molte volte può occorrere solamente per un determinato argomento od una determinata località.

Infine tale questione, che a prima vista può parere solamente di forma, interessa anche la parte sostanziale dello studio, poichè il tracciamento di direttive costituisce il miglior mezzo per mantenere quei caratteri di elevatezza e praticità che sempre devono informare

un lavoro militare, e per sfuggire tanto all'empirismo, quanto alle astrazioni scientifiche. E questa guida unica e ben determinata può anche concorrere a stabilire quell'unità di vedute e di apprezzamenti, la quale si traduce generalmente in unità d'azione, elemento indispensabile per la felice riuscita delle operazioni di guerra.

Certamente che per metodo d'ordinamento non deve intendersi una falsariga, la quale nella sua rigidezza atrofizzi le iniziative individuali e non permetta il facile adattamento delle speciali modalità di ogni singolo studio. Per metodo d'ordinamento dobbiamo intendere una traccia larga ed elastica, un complesso di norme, che tendano a regolare l'architettura generale e l'economia del lavoro, fissandone gli elementi costitutivi e le loro proporzioni, che indichino le forme da preferirsi, che stabiliscano una giusta omogeneità di locuzione, e mirino ad ottenere una certa uniformità di vedute ed una ragionevole unità di apprezzamento.

2. Criterî per la determinazione dell' ordinamento di uno studio geografico-militare. — Un primo criterio che deve guidarci nell'ordinamento di uno studio geografico-militare, dobbiamo ricercarlo nella natura stessa della geografia militare, che consiglia di mantenere sempre ben distinti il dato di fatto dal suo apprezzamento (v. pag. 30).

Il dato di fatto è essenzialmente oggettivo ed ha carattere permanente, l'apprezzamento è oggettivo e suscettibile di notevoli variazioni.

Il primo infatti non è altro che il risultato della constatazione di dati, ed è perciò indipendente da chi effettua lo studio; il secondo invece è rappresentato da un giudizio, che deve naturalmente riflettere l'indole di chi lo esprime. Oltre a ciò l'influenza di un elemento geografico varia col variare della direzione e dell'intensità delle forze in azione, e quindi ad uno stesso dato di fatto possono corrispondere apprezzamenti diversi, a seconda delle diverse ipotesi, in base alle quali esso viene valutato.

Tali considerazioni sulla diversa natura dei dati di fatto e dei loro apprezzamenti e sulla relatività di questi, ci consigliano adunque di distinguere in uno studio geografico-militare, non avente scopo tassativamente stabilito, ossia non fatto per servire di base ad una determinata operazione, una parte oggettiva, pressochè immutabile: l'esame dei dati; ed una parte soggettiva, mutevole col variare delle ipotesi d'operazione, e rappresentante il giudizio del compilatore dello studio.

Noi dovremo pertanto distinguere in uno studio geografico-militare applicativo due parti: la descrizione geografica e le considerazioni militari.

Stabilita questa generica divisione della materia, un'altra partizione ci vien consigliata dal processo naturale di sviluppo dello studio.

Allorquando noi ci accingiamo allo studio geografico-militare di un territorio di vasta estensione, noi non possiamo fare tale studio tutto d'un tratto, ma sentiamo la necessità di procedere per successivi periodi di analisi e di sintesi, che facciano sviluppare nella nostra mente, direi quasi per generazione spontanea, l'apprezzamento definitivo sulle condizioni militari del territorio preso in esame. Noi sentiamo cioè la necessità di farci dapprima un'idea generale del territorio, di effettuare cioè una prima analisi generale dei suoi elementi geografici, per passare quindi ad una prima sintesi che valga a mettere in evidenza le sue caratteristiche geografiche ed a fissare gli obbiettivi e le basi delle operazioni, le zone d'ostacolo e quelle di facilitazione; che serva ad indicarci i punti di partenza, quelli di arrivo dell'azione militare e le sue linee di operazione. Questa prima sintesi potrà inoltre guidarci nella razionale ripartizione del teatro di guerra in teatri d'operazione, corrispondenti alle presumibili fasi strategiche della campagna, e nella distinzione di questi in regioni geografiche ed in corrispondenti scacchieri d'operazione, in base alle caratteristiche differenze geografiche delle sue diverse parti, ed al corrispondente speciale indirizzo che in esse assumeranno le operazioni militari. E nell'addivenire a tale ripartizione, sentiremo molte volte la necessità di scendere ad ulteriori divisioni, distinguendo gli scacchieri in zone, nelle quali le operazioni dovranno essere informate a speciali criterî riflettenti l'impiego delle forze.

Fatta questa ripartizione noi entriamo in un secondo periodo di analisi, nel quale dobbiamo prendere in esame le condizioni di fatto di ogni singolo teatro, scacchiere o zona d'operazione, e considerarne le funzioni strategiche ed i caratteri logistici e tattici. Ultimato questo studio analitico, noi potremo procedere ad una seconda sintesi, la quale serva a mettere in evidenza la maggiore importanza di un teatro, di uno scacchiere o di una zona di operazione, il lato più forte e quello più debole di una frontiera, la convenienza di manovrare da una parte piuttosto che da un'altra, la necessità di informare ad un determinato concetto il disegno delle operazioni, ecc. Tale sintesi ci condurrà quindi a stabilire le condizioni di offesa e di difesa del territorio, in quanto esse possono dipendere dall'elemento geografico.

Il processo naturale di sviluppo dello studio ci consiglia pertanto di distinguere in esso tre parti: la prima riflettente tutto il territorio e la sua divisione in teatri, scacchieri e zone d'operazione; la seconda concernente lo studio di ogni singolo teatro, scacchiere o zona di operazione; la terza riassumente l'esame analitico della seconda ed esprimente le conclusioni militari su tutto il territorio.

Il principio che la conoscenza completa della guerra fondasi sull'esperienza, ci consiglia inoltre di lumeggiare il nostro quadro, ogni qualvolta l'occasione ci si presenti propizia, con esempi storici, i quali, interpretati con giusti criterî di comparazione fra gli avvenimenti occorsi ed i probabili, potranno fornirci una guida od una sanzione ai nostri apprezzamenti militari. Perciò uno studio geografico-militare dovrà essere, quando possibile, accompagnato da uno studio storico sulle operazioni di guerra effettuatesi nel territorio preso in esame.

Infine, perchè il lavoro possa dirsi completo, dovrà essere accompagnato da tutte quelle notizie sulle fonti alle quali si è attinto, che valgano a stabilire il grado di attendibilità dei dati esposti o dei giudizi espressi, e nel tempo stesso possano servire quale utile indicazione per ulteriori e più particolareggiate ricerche. È perciò opportuno che in uno studio geografico si ponga, a guisa di introduzione o di appendice, una nota sulla bibliografia e cartografia del territorio formante oggetto dello studio.

3. Schema per l'ordinamento di uno studio geografico-militare. — In base ai suesposti criterî direttivi per l'ordinamento di uno studio geografico-militare, ecco in qual modo potrebbe concretarsi lo schema per un simile studio, dato ch'esso debba riferirsi al territorio di un intiero Stato, ossia ad un completo teatro di guerra:

A) Introduzione, indicante l'oggetto e lo scopo dello studio, e comprendente la nota bibliografica e cartografica ad esso relativa.

B) Parte I. *Studio generale del territorio dello Stato.*

Capo 1°. *Descrizione geografica*, costituita da una serie di paragrafi, che possono così indicarsi:

§ 1° — *Terreno:*

a) *Limiti e posizione geografica*, ossia designazione dei confini naturali e politici, indicazione della posizione geografica, e suo significato nello sviluppo storico del paese e nei rapporti politici ed economici cogli altri Stati.

b) *Configurazione planimetrica*, studio inteso a darci un'idea delle condizioni di spazio ed offrente modo di fissare nella nostra mente, per mezzo di una specie di triangolazione, le posizioni dei punti principali del territorio e le distanze che fra di essi intercedono (v. pag. 143).

c) *Configurazione altimetrica*, e cioè esame delle forme complessive e particolari del territorio, dedotto dalla loro genesi, illuminato dalla conoscenza della costituzione litologica dei loro terreni, e completato colle misure orometriche.

§ 2° — *Acque*, cenno sulle condizioni generali idrografiche del territorio, con indicazione delle maggiori reti idrografiche.

§ 3° — *Clima*, notizie intorno ai suoi principali elementi, quali: la temperatura, la precipitazione ed i venti, e studio dei loro effetti sugli altri elementi geografici, e specialmente sul rivestimento vegetale e sull'uomo, rispetto al quale dovranno essere messe in evidenza le condizioni di salubrità.

§ 4° — *Vegetazione*, esame delle forme di vegetazione naturale e di coltivazione predominanti nei diversi punti del territorio, con speciale riguardo all' influenza sulla praticabilità strategica e tattica del terreno e sulle risorse agricole del paese.

§ 5° — *Elementi antropogeografici*, studio complesso, inteso a mettere in evidenza i fattori della potenza militare dello Stato, e le modificazioni apportate dal lavoro dell'uomo alle condizioni naturali del territorio. Esso può riassumersi nei seguenti punti:

a) *Situazione storica dello Stato*, ossia esame delle sue condizioni politico-sociali interne ed esterne e delle sue condizioni economico-sociali, avente lo scopo di darci un'idea esatta dei suoi rapporti politici cogli altri Stati, e la misura della sua energia, che trova la sua concreta espressione nell'organizzazione militare (v. da pag. 345 a pag. 350).

b) *Comunicazioni*, studio della rete delle varie comunicazioni con dati statistici relativi ai mezzi di trasporto, specialmente ferroviari e marittimi.

c) *Organizzazione difensiva*, ossia studio del problema della difesa dello Stato ed esame delle condizioni di fatto dei punti fortificati.

Capo 2°. *Considerazioni militari.* Con riferimento alla situazione politica del momento, si potrà in questo capitolo formulare le diverse ipotesi di guerra che potranno servire di base allo studio geografico-militare del territorio dello Stato, determinando le condizioni di intensità e direzione delle offese alle quali può essere esposto. Per ciascuna di tali ipotesi bisognerà pertanto dare un cenno sui fattori della potenza militare degli Stati coi quali si suppone la lotta, prendere in considerazione la zona o le zone di frontiera, estendendone l'esame sul territorio nemico fino a quei limiti che permettono di stabilire i punti di partenza dall'azione nemica, e di vedere come si svilupperebbe la propria azione controffensiva; addivenire infine alla suddivisione del territorio dello Stato in teatri, scacchieri e zone d'operazione.

C) Parte II. *Monografia dei teatri, scacchieri e zone d'operazione.* — Per ciascuna parte nella quale venne diviso il teatro di guerra si dovrà fare uno studio particolareggiato, che può esser costituito di due capitoli. Un primo capitolo comprenderà la descrizione geografica, aggirantesi intorno ai diversi elementi geografici

sopra enumerati, ritenendo però che alcuni di essi potranno, per la loro esigua importanza locale, essere ommessi, mentre altri, e specialmente il terreno, dovranno essere esaminati nei loro particolari. Un secondo capitolo rifletterà le considerazioni militari sul teatro, sullo scacchiere o sulla zona d'operazione, prendendone in esame le funzioni strategiche, le condizioni logistiche, i caratteri tattici, ed avvalorando i giudizî espressi con cenni storico-militari, ogni qualvolta ciò possa tornare efficace.

D) Parte III. *Considerazioni militari riassuntive sul territorio dello Stato.* — In base allo studio analitico della parte precedente, si viene in questa a fare la sintesi delle condizioni militari geografico-militari dello Stato, ossia delle sue attitudini all'offensiva ed alla difensiva contro un'invasione nemica, in quanto esse sono determinate dagli elementi geografici.

Lo schema suesposto può essere suscettibile di varianti anche notevoli, dipendenti essenzialmente dall'estensione del territorio da studiarsi e dagli scopi speciali dello studio.

Così, ad esempio, trattandosi di zone di territorio relativamente poco estese, la suddivisione in parte generale ed in monografie speciali, può diventare superflua. Qualora poi lo studio dovesse avere uno scopo tassativamente determinato, la disgiunzione tra la descrizione geografica e l'apprezzamento militare, non è sempre opportuna, potendosi le due parti fondere insieme, con vantaggio per l'efficacia dello studio e senza essere talvolta obbligati a frequenti ripetizioni. Infine quando si trattasse di studî speciali, intesi a scopi esclusivamente strategici o logistici o tattici, si capisce che alcuni degli elementi accennati debbano essere ommessi, perchè superflui.

4. Norme riflettenti la parte formale di uno studio geografico-militare. — Uno studio geografico-militare si concreta in una memoria descrittiva ed in una parte cartografica.

La memoria descrittiva dovrà essere redatta con stile conciso, chiaro ed esatto. Nella terminologia geografica si dovranno adottare i vocaboli e le locuzioni tecniche, escludendo però le espressioni scientifiche che escono dall'uso comune, o dandone con note le definizioni; è sempre raccomandabile la citazione delle denominazioni locali, dichiarandone il significato ed interpretandole colle dovute cautele. Nella terminologia militare si dovrà sempre fare uso delle dizioni regolamentari.

La parte cartografica avrà sempre considerevole sviluppo. Ciò permetterà di ridurre ai minimi termini la memoria descrittiva, con notevole vantaggio per l'efficacia del lavoro e per il suo rapido consulto. Infatti in questo genere di studî, più che la successione dei fatti, occorre vedere la loro coesistenza; in essi l'elemento tempo

deve passare in seconda linea di fronte all'elemento spazio. Ora lo scritto è il mezzo meno adatto, più lungo e meno chiaro per fare vedere a colpo d'occhio i rapporti di coesistenza dei fatti; mentre la rappresentazione grafica costituisce un mezzo efficacissimo per metterli in evidenza, permettendo di condensare in pochi segni un grande numero di fatti riferentisi a determinati posti nello spazio. Assai raccomandabili in queste rappresentazioni grafiche sono i così detti *schizzi sinottici* (v. pag. 288, 312, 343 e 344), poichè la simultanea ed uniforme rappresentazione grafica di fenomeni di differente indole, facilita di molto l'apprezzamento delle mutue relazioni fra i diversi elementi geografici.

Non è possibile il precisare in teoria la consistenza della parte grafica, variando essa notevolmente, a seconda delle speciali esigenze di ogni singolo studio. In massima è a ritenersi che gli elementi, i quali possono trovare una efficace rappresentazione grafica, sono i seguenti: configurazione planimetrica, genesi delle forme del terreno, natura geologica, ipsometria, idrografia, climatologia, vegetazione, rete stradale, organizzazione difensiva, dislocazione delle forze sul piede di pace, dati statistici.

Molti di questi elementi potranno però esser fusi in un' unica rappresentazione, cosicchè la parte grafica dello studio potrebbe constare di serie di schizzi, corrispondenti ciascuna al teatro di guerra od in singoli teatri, scacchieri o zone d'operazione, e che possono così indicarsi:

1° *Schizzo della configurazione planimetrica.*

2° *Schizzo tettonico.*

3° *Schizzo geologico*, oppure *Schizzo litologico.*

4° *Schizzo ipsometrico*, comprendente anche l'idrografia superficiale, le linee delle risorgenze, la rete stradale e l'organizzazione difensiva.

5° *Schizzo climatologico*, non sempre necessario, assai utile però quando esistano zone malariche.

6° *Schizzo della vegetazione*, specialmente utile quando abbondino le zone di foreste.

7° *Schizzo della dislocazione delle truppe sul piede di pace* con indicazione della rete ferroviaria.

8° *Schizzi statistici:* densità di popolazione, produzione agricola, industriale, ecc.

Mentre non tutti questi schizzi possono occorrere a corredo della parte generale del lavoro, quasi tutti sono indispensabili per completare le singole monografie dei teatri, scacchieri e zone d'operazione. Anzi per queste, col particolareggiarsi dello studio, potranno occorrere altri schizzi o maggiori indicazioni grafiche sugli schizzi enumerati.

Così, ad esempio, sarà opportuna l'aggiunta di uno *schizzo logistico*, indicante la rete stradale colle distanze chilometriche in pianura, orarie in montagna; e comprendente anche la designazione delle zone di accampamento, la quale potrà essere limitata nella parte montana agli spazî dove si possono accampare grossi reparti di truppe, nella parte pianeggiante a quelle località dove condizioni di clima o di suolo riducono notevolmente la capacità di accampamento.

Per il più facile consulto della descrizione delle strade converrà, nelle monografie, aggiungere anche un *indice grafico* della rete stradale, ossia uno schizzo schematico di tale rete, nel quale, accanto ad ogni strada, sia segnato il numero della pagina della memoria in cui trovasi la descrizione della strada.

Infine lo studio tattico delle posizioni potrà trovare un efficace aiuto nelle *rappresentazioni prospettiche:* vedute panoramiche, a volo d'uccello, artistiche, ecc. (1-2).

---

(1) E. De Chaurand, *Sommario delle lezioni di topografia, ecc.*, già citato (cnfr. Parte I, Cap. V: *Rappresentazione semplice del terreno e rappresentazioni ausiliarie*).

Demarquet-Crauk, *Notions de perspective appliquée aux croquis rapides de vues d'après nature.* Paris 1897.

(2) Nota di opere che possono servire di guida per il pratico ordinamento e la pratica effettuazione di studî geografico-militari:

Allent, *Essais sur les reconnaissances militaires.* Paris 1827.

Dufour, *Instruction sur le dessin des reconnaissances militaires.* Genève 1828.

Mémorial du Dépôt général de la guerre. Paris 1829 (cnfr. T. I: *Essai sur les reconnaissances militaires*, pagg. 369 e segg.).

Corréard, *Recueil sur les reconnaissances militaires d'après les auteurs les plus estimés*, Paris 1845.

Chathelain, *Traité des reconnaissances militaires.* Paris 1847.

Hardi, *Guide des reconnaissances militaires.* Paris 1847.

D'Epiro, *Memoria sulle ricognizioni militari.* Napoli 1848.

Le Louterel, *Manuel des reconnaissances militaires.* Paris 1850.

Sobieski de Janina, *Théorie générale des reconnaissances militaires mise en concordance avec le réglement sur le service des armées en campagne.* Paris 1851.

V. Rudgisch, *Die Terrain-Recognoscirung mit Rücksicht auf die Truppenführung nebst Anleitung zum Croquiren und Abfassen der Berichte.* Metz 1874.

Schönaich, *Lehr-und Handbuch für den Unterricht im Recognosciren.* Wien 1875.

Bellati, *Le ricognizioni militari.* Roma 1885.

Taschenbuch für militärische Recognoscenten. Wien 1894.

V. Reitzner, *Hilfstafeln für das Plan und Kartenlesen, für Recognoscirung und für die Terrain-Aufnahme.* Wien 1897.

INDICE DELLE MATERIE

INTRODUZIONE

I. — Della geografia in generale . . . . *Pag.* 1
II. — Della geografia militare . . . . » 21

IL TERRENO

I. — Natura e struttura del terreno . . . . » 35
1. Rocce . . . . » »
2. Classificazione delle rocce . . . . » »
3. Giacitura delle rocce . . . . » 37
4. Terreni geologici . . . . » 44
II. — Le forme del terreno . . . . » 50
A) Genesi delle forme del terreno . . . . » »
1. Formazione e trasformazioni della terra . . . . » »
2. Azione delle forze interne . . . . » 52
3. Fenomeni di metamorfismo . . . . » 54
4. Id. di vulcanismo . . . . » 55
5. Id. sismici . . . . » 60
6. Azione delle forze esterne . . . . » 65
7. Id. dell'atmosfera . . . . » 66
8. Id. dell'acqua . . . . » 79
9. Id. dei ghiacciai . . . . » »
10. Id. delle acque di circolazione sotterranea . . . » 85
11. Id. delle correnti . . . . » 88
12. Id. dei laghi. . . . . » 109
13. Id. del mare . . . . » 111
14. Id. degli organismi . . . . » 123
15. Id. degli animali . . . . » 124
16. Id. dei vegetali. . . . . » 127
17. Id. complessiva delle forze interne ed esterne: formazione del rilievo terrestre . . . . » 128
B) Configurazione planimetrica . . . . » 140
C) Configurazione altimetrica . . . . » 143
1. Classificazione delle forme del terreno . . . . . » »
2. Terreno pianeggiante . . . . » 144
3. Id. montuoso . . . . » 148
4. Misure altimetriche . . . . » 184

III. — Influenza delle forme del terreno nelle operazioni di guerra . *Pag.* 198
1. Apprezzamento militare di un elemento geografico . » »
2. Terreno pianeggiante . . . . » »
3. Id. montuoso . . . . » 199
Appendice. Cenni sommari descrittivi intorno alle principali rocce tipiche . . . . » 208
Fonti e nota bibliografica per lo studio del terreno . . . . » 219

LE ACQUE

I. — Le acque in generale . . . . » 228
1. L'acqua come oggetto e fattore geografico . . . . » »
2. Circolazione generale dell'acqua . . . . » »
3. Studio geografico delle acque . . . . » 229
II. — Le acque sotterranee . . . . » 230
1. Circolazione delle acque sotterranee . . . . . . » »
2. Sorgenti naturali . . . . » 232
3. Id. artificiali . . . . » 236
III. — Le acque superficiali . . . . » 237
1. Nevi e ghiacciai . . . . » »
2. Acque correnti . . . . » 247
3. Laghi . . . . » 258
IV. — Il mare . . . . » 267
1. Lo studio geografico del mare . . . . » »
2. Le coste del mare . . . . » 269
V. — Influenza delle acque nelle operazioni di guerra . . . . . . » 272
Fonti e nota bibliografica per lo studio delle acque . . . . » 282

IL CLIMA

I. — Del clima in generale . . . . » 285
1. Definizione del clima . . . . » »
2. Meteorologia e climatologia . . . . » »
3. Elementi del clima . . . . » »
4. Temperatura . . . . » »
5. Pressione . . . . » 289
6. Umidità . . . . » 294
7. Classificazione dei climi . . . . » 296
8. Distribuzione geografica dei climi . . . . » 299
II. — Influenza dei climi sulle operazioni di guerra . . . . » 302
Fonti e nota bibliografica per lo studio del clima . . . . . » 307

LA VEGETAZIONE

I. — Della vegetazione in generale . . . . » 310
1. Geografia botanica . . . . » »
2. Forme di vegetazione . . . . » »
3. Distribuzione della vegetazione . . . . » 312
II. — Influenza della vegetazione sulle operazioni di guerra . . . . » 318
Fonti e nota bibliografica per lo studio della vegetazione. . . » 322

GLI ELEMENTI ANTROPOGEOGRAFICI

I. — Dell'uomo in generale . . . . *Pag.* 324
1. Antropogeografia . . . . » »
2. Classificazione del genere umano . . . . » 325
3. Distribuzione geografica dell'uomo . . . . . . » 326
II. — L'opera dell'uomo . . . . » 328
1. L'azione geografica dell'uomo . . . . » »
2. Agricoltura . . . . » 329
3. Industria . . . . » 330
4. Commercio . . . . » 331
5. Costruzioni . . . . » »
6. Abitati . . . . » 332
7. Vie di comunicazione . . . . » 334
III. — I dati statistici . . . . » 340
1. La statistica nella geografia . . . . » »
2. Tavole statistiche . . . . » 341
3. Grafici statistici . . . . » 342
IV. — Influenza degli elementi antropogeografici sulle operazioni di guerra » 344
1. La geografia militare e le scienze sociali. . . . . » »
2. Condizioni politico-sociali. . . . . » 345
3. Id. economico-sociali . . . . » 347
Fonti e nota bibliografica per lo studio degli elementi antropogeografici . . . . » 360

LE REGIONI GEOGRAFICHE

1. Classificazione delle regioni geografiche . . . . . » 362
2. Tipi di regioni montuose . . . . » 366
3. Id. pianeggianti . . . . » 371
4. Caratteri delle operazioni di guerra nelle diverse regioni geografiche . . . . » 374

ORDINAMENTO DI UNO STUDIO GEOGRAFICO-MILITARE

1. Necessità di un metodo nell'ordinamento di uno studio geografico-militare . . . . » 381
2. Criterî per la determinazione dell'ordinamento di uno studio geografico-militare . . . . » 382
3. Schema per l'ordinamento di uno studio geografico-militare . . . . » 384
3. Norme riflettenti la parte formale di uno studio geografico-militare . . . . » 386



CORREZIONI PRINCIPALI.

Pag. 31, linea 43: invece di « gli elementi antropici », « gli elementi antropogeografici ».
» 36, » 23: invece di « i porfidi », « la peridotite ».
» 69, » 34: » di « designate col nome di *tomboli* », « designate rispettivamente col nome di *tomboli* e di *tumoleti* ».
» 89, » 5: invece di « forme », « forze ».
» 119, » 17: cancellare « par- ».
» 132, » 4, e successivamente in qualche altro punto: invece di « assimetria », « asimetria ».
» 157, » 37: invece di « Nord », « North ».
» 188, la formola di H^p deve seguire quella di H^v.
» 232, linea 29: invece di « accidentati », « accidentali ».
» 245, » 4: « (pluviometriche e termiche) », togliere le parentesi.
» 267, » 16: invece di « *III. Il Mare* », « *IV. Il Mare* ».
» 272, » 15: » di « *IV. Influenza delle acque*, ecc. », « *V. Influenza delle acque*, ecc. ».



